



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARIANO SAMANIEGO

El Instituto de la Frontera Sur

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

TEMA

Diseño e Instalación de un Sistema Eléctrico Residencial para la Señora Sarango Soto Marlene del Rocio

TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

Autor (a): Calva Sandoval Edison Francisco

Director (a): Esteban Andrés Gutiérrez Novillo

CARIAMANGA

2022

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Cariamanga, 07, de Noviembre, de 2022

Título académico.

Byron Gustavo Montero Encarnación

Coordinador(a) de Titulación

Ciudad.-

De mi consideración:

El presente Trabajo de Titulación denominado: (Diseño e Instalación de Un Sistema Eléctrico Residencial para la Señora Sarango Soto Marlene del Rocio) realizado por Edison Francisco Calva Sandoval ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado por la herramienta anti plagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firma del Director del Trabajo de Titulación

Ing. Esteban Andrés Gutiérrez Novillo

C.I.: 1104080047

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Edison Francisco Calva Sandoval declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor(a) del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño e Instalación de Un Sistema Eléctrico Residencial de la Señora Sarango Soto Marlene del Rocio** específicamente de los contenidos comprendidos en: En el Capítulo 1 Generalidades de los sistemas eléctricos .Capítulo 2. Instalaciones eléctricas residenciales, Capítulo 3. Diseño de la instalación eléctrica residencial, Capítulo 4. Implementación eléctrica residencial, Capítulo 5 Resultados, siendo Esteban Andrés Gutiérrez Novillo director (a) del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico del ISTMS, que establece: “Forman parte del patrimonio del Instituto la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) del Instituto”.
- Autorizo al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Autor: Edison Francisco Calva Sandoval

C.I.: 1150535654

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi madre siendo la persona que me ha dado su apoyo durante mi desarrollo personal y académico del cual he adquirido muchos conocimientos los cuales los pondré en práctica, todos aquellos conocimientos fueron adquiridos gracias a los docentes y amigos profesionales de la carrera que nos enseñaron todo lo que necesitamos saber para poder realizar en el ámbito laboral.

Este proyecto lo he realizado con el apoyo de amigos y familiares los cuales estuvieron pendientes en que lo termine a tiempo para salir adelante y seguir preparándome como profesional.

Edison Francisco Calva Sandoval

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios y a mi familia y a quienes estuvieron apoyándome siempre, este título lo estoy obteniendo gracias al apoyo incondicional de mi madre que siempre me ayudo económicamente para poder seguir estudiando y ella confió en mis conocimientos para poder aprobar cada ciclo de estudio.

A mis maestros lo cuales siempre estuvieron dispuestos a ofrecer su ayuda en este proyecto con sus años de experiencia en la carrera y compartiendo sus conocimientos para tener mejores ideas claras para realizar proyectos en la vida real, y con el fin de poder ejercer mi profesión en trabajos futuros.

Edison Francisco Calva Sandoval

Índice de Contenido

Carátula.....	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento	VI
Índice de Contenido	VII
Resumen	XII
Abstract.....	XIII
Introducción	XIV
Capítulo uno	1
(Generalidades de los sistemas eléctricos)	1
1.1 Electricidad	1
1.2 Energía Eléctrica	1
1.3 Corriente Eléctrica	2
1.3.1 Tipos de corriente eléctrica	3
1.3.2 Efectos de la corriente eléctrica	4
1.3.3 Definiciones básicas	4
1.3.4 Conductores	8
1.3.5 Calibre de conductores	8
1.3.6 Cordones y cables flexibles	9
Capítulo dos	11
(Instalaciones eléctricas residenciales)	11
2.1 Norma NEC	11
2.2 Conceptos básicos de electricidad para instalaciones eléctricas	11
2.2.1 Partes de un circuito eléctrico	11
2.3 Elementos y símbolos en las instalaciones eléctricas	12
2.4 Tubo de Conduit	13
2.4.1 Tubo conduit de acero pesado (pared gruesa).....	13
2.4.2 Tubo conduit metálico de pared delgada	15
2.4.3 Tubo conduit metálico flexible	16
2.4.4 Tubo conduit de plástico rígido (PVC)	17
2.5 Cajas y accesorios para canalización con tubo (condulets)	18
2.5.1 Dimensiones de cajas de conexión.....	20
2.6 Interruptores	22
2.6.1 Interruptor de tres vías	25
2.6.2 Interruptor de cuatro vías	27
2.7 Tomacorrientes	28
2.8 Boquillas o porta lámparas	31

2.9	Cargas especiales	33
2.10	Tableros eléctricos	34
2.10.1	Tableros de distribución principal o general	35
2.10.2	Tableros secundarios de distribución	36
2.10.3	Consideraciones para la instalación de puesta a tierra	37
	Capítulo tres	39
	Diseño de la instalación eléctrica residencial	39
3.1	Descripción de la vivienda	39
3.1.1	Ubicación.....	41
3.2	Levantamiento del número de cargas	41
3.3	Plano Arquitectónico de la vivienda	42
3.4	Alimentador principal	43
3.5	Medidor de consumo eléctrico de la vivienda	45
3.6	Esquema eléctrico de la vivienda	46
3.7	Diseño técnico de la instalación eléctrica	47
	Capítulo cuatro	52
	Implementación eléctrica residencial	52
4.1	Instalación eléctrica de la vivienda	52
4.2	Instalación de luminarias	52
4.2.1	Instalación de lámpara con interruptor simple	52
4.2.2	Instalación de lámparas con interruptor conmutado.....	54
4.3	Instalación de tomacorrientes	55
4.4	Instalación de cargas especiales	55
	Capítulo Cinco	57
	Resultados	57
5.1	Implementación eléctrica de la vivienda	57
6.1	Conclusiones	62
6.2	Recomendaciones	63
	Referencias	64
	Anexos	65

Índice de Tablas

Tabla 1 Mediciones de tubos de conduit	17
Tabla 2 Distancias entre apoyos	18
Tabla 3 Cargas especiales	34
Tabla 4 Factores de demanda para cargas especiales	34
Tabla 5 Medidas de la edificación	39
Tabla 6 Edificación conpuesta planta baja	40
Tabla 7 Edificación conpuesta planta alta.....	40
Tabla 8 Cargas de la vivienda	42
Tabla 9 Cargas de la vivienda	47

Índice de Figuras

Figura 1 Torres de distribución Eléctrica	2
Figura 2 Lámpara de luz calida funcionando con corriente eléctrica	3
Figura 3 Distribución eléctrica	6
Figura 4 Triangulo de la ley de watt.....	7
Figura 5 Conductores eléctricos con amperaje soportado	8
Figura 6 Cordón termoplastico	9
Figura 7 Cordón de lámpara trenzado.....	9
Figura 8 Cordón para calentadores.....	10
Figura 9 Cordón de potencia	10
Figura 10 Circuito eléctrico	12
Figura 11 Tubo de conduit pared gruesa	14
Figura 12 Tubos Niples.....	14
Figura 13 Tubo de Conduit de pared gruesa longitud = 3.05 m. por tramo.....	14
Figura 14 Tubo de Conduit de pared delgada y uniones.....	15
Figura 15 Tubo de Conduit flexible.....	16
Figura 16 Cajas de conexión	18
Figura 17 Cajas Octagonal.....	19
Figura 18 Cajas rectangular	19
Figura 19 Cajas circular o redonda.....	19
Figura 20 Formas de tapas de cajas	20
Figura 21 Interruptor de una vía.....	22
Figura 22 Interruptor silencioso.....	23
Figura 23 Interruptor de contacto.....	24
Figura 24 Interruptores sencillos de palanca, cadena y botón.....	24
Figura 25 Interruptor de paso.....	25
Figura 26 Interruptor de paso.....	25
Figura 27 Ejemplos de aplicación de interruptor de tres vías.....	26
Figura 28 Interruptor de cuatro vías.....	27
Figura 29 Tomacorriente doble.....	29
Figura 30 Tomacorriente doble y montaje en caja cuadrada.....	29
Figura 31 Combinación de tomacorriente, interruptor.....	30
Figura 32 Tomacorrientes a prueba de agua.....	31
Figura 33 Portalámparas de baquelita.....	32
Figura 34 Portalámpara de porcelana.....	32
Figura 35 Salida con portalámparas.....	33
Figura 36 Tableros.....	35
Figura 37 Tablero.....	36
Figura 38 Tablero secundario de distribución.....	37
Figura 39 Vienda.....	39
Figura 40 Imagen de google de la edificación	41
Figura 41 Imagen de plano planta baja	42
Figura 42 Imagen de plano planta alta.....	43
Figura 43 Red eléctrica de la edificación	44
Figura 44 Características del transformador	44
Figura 45 Medidor de la vivienda	45
Figura 46 Plano eléctrico planta baja.....	46
Figura 47 Plano eléctrico planta alta.....	47
Figura 48 Imagen de de implementación con interruptor simple	52

Figura 49 Imagen de implementación con interruptor simple.....	53
Figura 50 Imagen de implementación con interruptor simple	53
Figura 51 Imagen de implementación con interruptor conmutado	54
Figura 52 Imagen de implementación con interruptor conmutado	54
Figura 53 Implementación de tomacorrientes	55
Figura 54 Implementación de ducha eléctrica	56
Figura 56 Lugar de trabajo.....	57
Figura 57 Implementación de lámparas de la vivienda.....	59
Figura 58 Implementación de tomacorrientes de la vivienda.....	59
Figura 56 Implementación de ducha eléctrica.....	60
Figura 57 Conexión de caja de breakes.....	61

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 ley de ohm.....	9
Ecuación 2 ley de potencia ...	11

Resumen

El presente proyecto de titulación se trata del Diseño e Instalación de un Sistema Eléctrico Residencial para la Señora Sarango Soto Marlene del Rocio, donde se realiza el diseño e implementación de una vivienda residencial de dos plantas a partir del levantamiento de información base como: Ubicación de la vivienda, área de la vivienda, distribución de la vivienda y cargas eléctricas de la vivienda. Para el inicio de la instalación se contabilizo todas las cargas y la potencia que existe en ellas para realizar los cálculos como: calibre de cable para cargas de iluminación, calibre de cable para cargas de fuerza y calibre de cable para cargas especiales y tipo de breake que se va a utilizar para cada circuito. Se toma en cuenta la Normativa Ecuatoriana de Construcción que al realizar una instalación eléctrica no exceda el límite de cargas permitidas en un circuito eléctrico. Para la implementación se verifica todas las zonas de la vivienda como habitaciones, cocina, pasillos que cuenten con ductos adecuados para fácil acceso al momento de pasar el conductor eléctrico.

Finamente se implementa todas las cargas con sus respectivo calibre de conductor y se realiza el diseño de control para cada zona de la vivienda y colocando la varilla de cobre de protección.

Abstract

This degree project is about the Design and Installation of a Residential Electrical System for Mrs. Sarango Soto Marlene del Rocio, where the design and implementation of a two-storey residential house is made from the collection of basic information such as: Location of the house, area of the house, distribution of housing and electrical loads of the house. For the beginning of the installation all the loads and the power that exists in them were counted to make calculations such as: wire gauge for lighting loads, wire gauge for power loads and wire gauge for special loads and type of breaker that is going to be used for each circuit. The Ecuadorian Construction Regulations are taken into account to ensure that the electrical installation does not exceed the limit of loads allowed in an electrical circuit. For the implementation, all areas of the house such as rooms, kitchen, corridors are verified to have adequate ducts for easy access at the time of passing the electrical conductor.

Finally, all the loads are implemented with their respective conductor caliber and the control design is made for each zone of the house and placing the copper rod of protection.

Introducción

El presente trabajo de titulación de la carrera de electricidad con el tema: "Diseño e Instalación de un Sistema Eléctrico Residencial para la Señora Sarango Soto Marlene del Rocio"; se implementa con la finalidad de solucionar la problemática que se encontraba sin el servicio de luz eléctrica en su domicilio.

El trabajo se habla de las generalidades de los sistemas eléctricos y los tipos que existen y definiciones básicas para comprender ciertos conocimientos para llevar a cabo la instalación eléctrica. Para las instalaciones eléctricas residenciales se basó en normativas y conceptos básicos de electricidad para una instalación, también se revisa elementos y símbolos con sus accesorios y cajas. En base a los capítulos se realiza un diseño de instalación según las condiciones de la vivienda para de esta manera realizar una instalación de manera apropiada. Y dar como siguiente punto la implementación de la vivienda y realizar los cálculos para los distintos calibres de conductores para las cargas de fuerza, de iluminación y cargas especiales.

Para finalizar la implementación y se muestran los resultados con fotografías de todas las cargas y las distintas conexiones realizadas para cada zona de la vivienda como habitaciones, cocinas, baños, sala de estar, etc.

Justificación

Este proyecto de titulación está orientado en instalaciones eléctricas residenciales con el fin de poner en prácticas todos los conocimientos adquiridos a lo largo de esta carrera como tecnólogo en electricidad.

Se ha visto que por realizar este tipo de instalaciones una persona que no está capacitada brinda a la sociedad una inadecuada instalación y muy posible se estropeen sus electrodomésticos a lo largo del tiempo.

Para evitar esto es recomendable realizar este tipo de actividades y trabajos una persona profesional y realizar instalaciones eléctricas con todas las medias de seguridad y poniendo en práctica las normativas que nos ayudan a prevenir daños y cortocircuitos en las viviendas, de esta manera se realiza una adecuada instalación y dando como beneficios seguridad a las personas y mayor protección a sus electrodomésticos y mejorando el consumo eléctrico de la vivienda.

De esta manera el instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego brinda colaboración con los estudiantes a los distintos establecimientos a poner en prácticas sus conocimientos como electricista y cumplir con sus horas de prácticas pre profesionales.

Para lo cual se realiza este tipo de actividades en pleno semestre de estudio académico.

Objetivos

Objetivos Generales

Elaborar un diseño e instalación de un sistema eléctrico residencial, **perteneciente a la SEÑORA SARANGO SOTO MARLENE DEL ROCIO.**

Objetivos Específicos

- Recopilar información de las cargas eléctricas de la vivienda.
- Evaluar y analizar los distintos tipos de cargas y cableado de la vivienda.
- Colocar los diferentes puntos diseñados en la vivienda.
- Aplicar la normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC (Instalaciones Eléctricas Residenciales).

Capítulo uno

(Generalidades de los sistemas eléctricos)

1.1 Electricidad.

Electricidad es el conjunto de fenómenos físicos vinculados a la presencia y transmisión de cargas eléctricas, ha estado presente en el mundo desde siempre. El hombre primitivo logró percibirla mediante fenómenos visibles como los relámpagos, o experimentarla a través de las anguilas eléctricas, además de los tronadores del río Nilo, descritos por los antiguos egipcios.

El primer descubrimiento de electricidad fue la estática, surge por ejemplo al frotar una barra de ámbar con lana o piel, fue descubierta por los antiguos griegos alrededor del año 600 a. C. Los primeros experimentos científicos con electricidad tuvieron lugar alrededor del siglo XVII. El campo creció con los estudios y aportes de Cavendish, Du Fray, Van Musschenbroek y Watson durante el siglo XVIII, y durante el siglo XIX se desarrolló una teoría unificadora de la electricidad y el magnetismo: las ecuaciones de Maxwell en 1865 (Planas)

La generación de electricidad como actividad industrial empezó casi en el siglo XX, Morse demostró en 1833 de cómo la electricidad podía revolucionar el campo de las comunicaciones a distancia, además comprobó la posibilidad de generar luz mediante un tendido eléctrico, reemplazando las lámparas a gas. Finalmente, las investigaciones de Tesla y Edison impulsaron la electricidad como un requerimiento básico de la innovación científica y tecnológica en el marco de la Segunda Revolución Industrial (Planas, 2014).

1.2 Energía Eléctrica

La energía eléctrica es el movimiento de electrones, se define la energía eléctrica o electricidad como la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. Cuando estos dos puntos están en contacto mediante un conductor eléctrico, obtenemos una corriente eléctrica (figura 1). La energía eléctrica es el movimiento de cargas eléctricas a través de un conductor eléctrico, en la corriente continua su movimiento es en un solo sentido, en cambio la corriente alterna su movimiento es en dos sentidos, para generar electricidad existen diferentes tipos de tecnologías, por ejemplo, centrales eléctricas, solar, eólica, entre otras.

Dependiendo del origen de las fuentes de energía que utilizan pueden ser de energía renovable o no renovable (Planas, 2014).

Figura 1

Imagen de Torres de distribución eléctrica



Nota. Redes de transmisión de energía eléctrica ((Leswok, 2021).

1.3 Corriente Eléctrica

Se llama corriente eléctrica al flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones que orbitan el núcleo de los átomos que componen al conductor. Este movimiento de partículas se inicia una vez que en los extremos del conductor se aplica una tensión externa, como una batería, por ejemplo.

Esta tensión genera un campo eléctrico sobre los electrones que, al poseer carga negativa, se ven atraídos hacia la terminal positiva (Leswok, 2021).

Para transmitirse, la corriente eléctrica requiere de materiales que dispongan de electrones libres, es decir, ubicados en su última órbita alrededor del núcleo, por lo tanto, susceptibles de moverse al estar menos fuertemente atraídos por este (figura 2).

En ese sentido puede distinguirse entre materiales conductores, semiconductores y aislantes, de acuerdo a su capacidad de transmitir la corriente eléctrica (buena, poca y nula, respectivamente) (Leswok, 2021).

Figura 2

Imagen de lampara de luz cálida funcionando con corriente eléctrica



Nota. La corriente eléctrica es el flujo de una carga eléctrica a través de un material conductor (Leswok, 2021).

1.3.1 Tipos de corriente eléctrica

La corriente eléctrica puede ser de varios tipos

- **Corriente continua (CC):** También llamada corriente directa (CD), consiste en un flujo de cargas eléctricas que no cambia su sentido en el tiempo, es decir, que se produce en base de una diferencia de potencial eléctrico, (voltaje) cuyos terminales de mayor y menor potencial no son intercambiables. Dicho de otro modo, su sentido de circulación es siempre el mismo.
- **Corriente alterna (CA):** A diferencia de la continua, se trata de una corriente eléctrica cuyo sentido y dirección varía cíclicamente. Esta corriente se describe matemáticamente por ondas senoidales y en términos energéticos es mucho más eficiente que la corriente continua, razón por la cual la reciben los hogares y las empresas.
Fue inventada por Nikola Tesla a finales del siglo XIX.
- **Corriente trifásica:** La corriente trifásica es la forma de electricidad más comúnmente generada y consiste en tres corrientes alternas de idéntica frecuencia y amplitud, dadas en un orden determinado y llamadas fases.
- **Corriente monofásica:** Se obtiene tomando una sola fase de la corriente trifásica y un cable neutro, lo cual permite aprovechar la transmisión de energía en una tensión baja (Leswok, 2021).

1.3.2 Efectos de la corriente eléctrica

La corriente eléctrica ofrece a la humanidad una enorme cantidad de aprovechamientos prácticos:

- **Calóricos:** Cuando se transmite calor por un material que ofrece resistencia a su paso, se genera una resistencia (ningún material es perfecto, algunos presentan más resistencia que otros). Esta resistencia disipa calor que puede aprovecharse para calefaccionar espacios, cocinar, etc.
- **Lumínicos:** Cuando la resistencia eléctrica de un hilo conductor es muy baja, una gran cantidad de electrones circula por ella generando calor y sobre todo luz. Este es el principio de funcionamiento de los bombillos.
- **Magnéticos:** La corriente eléctrica genera campos magnéticos, como en el caso de los electroimanes empleados en los desguazaderos de automóviles o en las brújulas eléctricas.
- **Químicos:** La electricidad sirve para provocar cambios en las sustancias y catalizar (acelerar o hacer más efectivas) determinadas reacciones químicas (Leswok, 2021).

1.3.3 Definiciones básicas

Ley de Ohm:

Fórmula postulada por el físico alemán Georg Simon Ohm, que dicta que la diferencia de potencial (V) aplicada entre los extremos de un conductor específico será proporcional a la cantidad de corriente (I) que circula por el conductor, dependiendo de su resistencia(R) (Leswok, 2021).

Lo mencionado con anterioridad es descrita en la siguiente fórmula:

$$V = R \times I \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

- **V** es la tensión.
- **I** es la corriente.
- **R** la resistencia del material.

Voltaje:

El voltaje es la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados. También llamado diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica, es el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos determinados. Cuando se unen dos puntos que presentan diferencia de potencial eléctrico con un material conductor, se producirá un flujo de electrones, lo que se conoce como corriente eléctrica, que llevará parte de la carga desde el punto de mayor al de menor potencial.

Dicha diferencia de potencial eléctrico es el voltaje, y dicha corriente cesará en cuanto ambos puntos tengan el mismo potencial, a menos que se mantenga cierta diferencia de potencial mediante un generador o una fuente externa de algún tipo. De ese modo, cuando se habla del voltaje de un solo punto, se lo refiere en comparación con cualquier otro cuerpo con el que entre en contacto y cuyo potencial se asume igual a cero (Leswok, 2021).

Tipos de voltaje:

Existen los siguientes tipos de voltaje:

- **Voltaje inducido:** Se llama así a la fuerza electromotriz o voltaje inducido necesario para generar energía eléctrica dentro de un circuito, es decir, para generar una diferencia de potencial. En un circuito abierto dicha fuerza puede mantener la tensión eléctrica entre dos puntos, en un circuito cerrado, generará un flujo de corriente.
- **Voltaje alterno:** Se representa por las letras VA, con valores positivos y negativos en un eje cartesiano, dado que se considera una onda sinusoidal. Es el voltaje más usual en las tomas de corriente porque es más fácil de generar y transportar.
Como su nombre lo indica, es un voltaje con valores alternos, no constante en el tiempo y su frecuencia dependerá del país o de la región específica.
- **Voltaje de corriente directa:** Es usual en motores y baterías, y se obtiene de la transformación de la corriente alterna en corriente más o menos continua, con pequeñas crestas, mediante fusibles y transformadores.
- **Voltaje continuo:** También llamado voltaje de corriente continua (VCC), se trata de la corriente más pura que hay, presente en chips, microprocesadores y otros artefactos que requieren de voltajes continuos y constantes. Suele obtenerse luego de tratamiento con condensadores de corriente.

Intensidad:

Se denomina con este nombre al caudal de corriente eléctrica, es decir, a la cantidad de carga eléctrica que pasa por un material conductor por unidad de tiempo. El caudal de corriente eléctrica puede compararse con la cantidad de agua en un río, capaz de movilizar cargas y llevar a cabo una cantidad de trabajo (Figura 3).

Según el Sistema Internacional (SI), esta intensidad se mide normalmente en Culombios por segundo (C/seg), lo que equivale a un amperio (A), unidad básica en el campo de la electricidad y de uso común, que obtiene su nombre del físico francés André Marie Ampere. Para medir la intensidad de la corriente eléctrica se emplea un galvanómetro o amperímetro (Leswok, 2021).

Figura 3

Imagen de distribución eléctrica



Nota. La frecuencia de voltaje alterno dependerá del país o de la región específica (Leswok, 2021).

Resistencia:

Debido a que los electrones libres adquieren velocidad en su movimiento a lo largo del conductor, la energía potencial de la fuente de voltaje se transforma en energía cinética; es decir, los electrones adquieren energía cinética (la energía de movimiento). Antes de que los electrones se desplacen muy lejos, se producen colisiones con los iones del conductor. Un ion es simplemente un átomo o grupo de átomos que por la pérdida o ganancia de electrones libres ha adquirido una carga eléctrica.

Los iones toman posiciones fijas y dan al conductor metálico su forma o característica. Como resultado de las colisiones entre los electrones libres y los iones, los electrones libres ceden parte de su energía cinética en forma de calor o energía calorífica a los iones.

Al pasar de un punto a otro en un circuito eléctrico, un electrón libre produce muchas colisiones y, dado que la corriente es el movimiento de electrones libres, las colisiones se oponen a la corriente. Un sinónimo de oponer es resistir, de manera que se puede establecer formalmente que la resistencia es la propiedad de un circuito eléctrico de oponerse a la corriente (Harper, 2005).

Potencia Eléctrica

En los circuitos eléctricos la capacidad de realizar un trabajo se conoce como la potencia; por lo general se asigna con la letra P y en honor a la memoria de James Watt, inventor de la máquina de vapor, la unidad de potencia eléctrica es el watt; se abrevia “w” (Harper, 2005).

Para calcular la potencia en un circuito eléctrico se usa la relación:

$$P = V \times I \quad (\text{Ecuación 2})$$

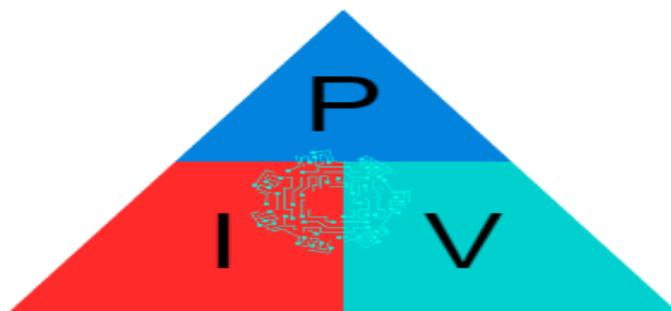
Donde:

- **P** es la potencia en watts.
- **V** es el voltaje o fuerza electromotriz en volts.
- **I** es la corriente en amperes.

Es común que algunos dispositivos como lámparas, calentadores, secadoras, etc., expresen su potencia en watts, por lo que en ocasiones es necesario manejar la fórmula anterior en distintas maneras en forma semejante a la Ley de Ohm (Figura 4) (Harper, 2005).

Figura 4

Imagen de triangulo de la ley de watt



Nota. El triángulo de la ley de watt permite obtener las ecuaciones dependiendo de la variable a encontrar, es una forma visual y fácil de interpretar (Latam, 2021).

1.3.4 Conductores

En las instalaciones eléctricas residenciales los elementos que proveen las trayectorias de circulación de la corriente eléctrica son conductores o alambres forrados con un material aislante, desde luego que el material aislante es no conductor, con esto se garantiza que el flujo de corriente sea a través del conductor.

El material que normalmente se usa en los conductores para instalaciones eléctricas es el cobre y se aplican en el caso específico de las instalaciones eléctricas residenciales dentro de la categoría de las instalaciones de "Baja tensión" que son aquellas cuyos voltajes de operación no exceden a 1 000 volts entre conductores o hasta 600 volts a tierra (Harper, 2005).

1.3.5 Calibre de conductores

Los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema norteamericano de calibres (AWG) por medio de un número al cual se hace referencia (figura 5), además, se presenta otras características como son diámetro área, resistencia, etc. La equivalencia en mm² del área se debe hacer en forma independiente de la designación usada por la América Wire Gage (AWG), para el presente proyecto, se hace referencia a los conductores de cobre.

El sistema de designación de los calibres de conductores usado por la AWG, a medida que el número de designación es más grande la sección es menor (Harper, 2005).

Figura 5

Imagen de conductores eléctricos con el amperaje soportado

Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

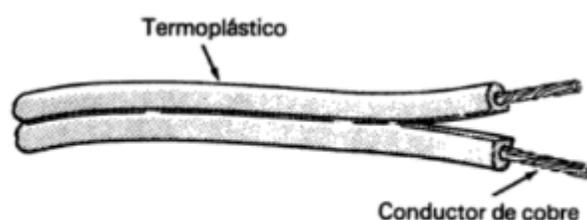
*Nota. Calibre de conductores desnudos designados TW, THW.
https://masvoltaje.com/img/cms/img_tabla_amperaje.gif*

1.3.6 Cordones y cables flexibles

Los cordones y cables flexibles de dos o más conductores son aquellos cuya característica de flexibilidad los hacen indicados para aplicaciones en áreas y locales no peligrosos para alimentación de aparatos domésticos fijos, lámparas colgantes o portátiles, equipo portátil o sistemas de aire acondicionado en general, se usan para instalaciones eléctricas visibles en lugares secos y su calibre no debe ser inferior al No. 18 AWG. (Harper, 2005)

Figura 6

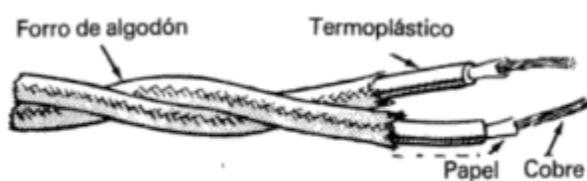
Imagen de cordón termoplástico



Nota. conductor aislado flexible compuesto por dos cordones de hilos de cobre (Harper, 2005)

Figura 7

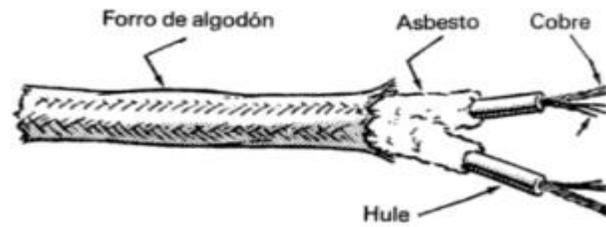
Imagen de cordón de lámpara trenzado



Nota. Cordón aislado flexible trenzado para distintas lámparas (Harper, 2005)

Figura 8

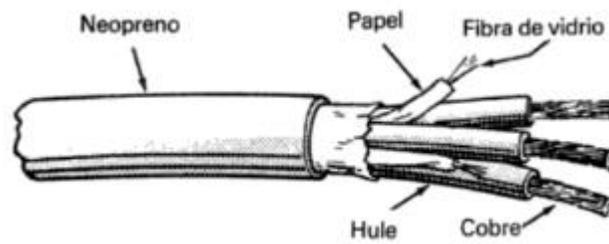
Imagen de cordón para calentadores



Nota. Cable utilizado para electrodomésticos (Harper, 2005).

Figura 9

Imagen de cordón de potencia



Nota. Cable utilizado para altas resistencias mecánicas (Harper, 2005).

Capítulo dos

(Instalaciones eléctricas residenciales)

2.1 Norma NEC

La Norma Ecuatoriana de la Construcción recoge una serie de normativas, de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, por las cuales se establecen los requisitos mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones a nivel nacional, en todas las etapas del proceso constructivo. La Norma Ecuatoriana de la Construcción supone una actualización del Código Ecuatoriano de la Construcción, vigente desde el 2001. En la nueva normativa, respaldada por nuevos estudios de sismicidad de la EPN-IGN, se amplía el contenido del documento y se tienen en consideración otros factores que anteriormente no estaban contemplados, como son el tema de las cargas no sísmicas, la clasificación de suelos y los estudios geotécnicos, la correlación con diferentes tipos de estructuras (hormigón, acero, mampostería, madera), así como amplia.

Esta norma establece las especificaciones técnicas y requisitos mínimos que deben cumplirse en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas interiores para uso residencial. Con la elaboración de este documento se pretende prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico, al ofrecer condiciones de seguridad para las personas y sus propiedades (NEC, 2015).

2.2 Conceptos básicos de electricidad para instalaciones eléctricas

En el cálculo de las instalaciones eléctricas prácticas, ya sean del tipo residencial, industrial o comercial, se requiere del conocimiento básico de algunos conceptos de electricidad que permiten entender mejor los problemas específicos que plantean dichas instalaciones.

Desde luego que el estudio de estos conceptos es material de otros temas de electricidad relaciona dos principalmente con los circuitos eléctricos en donde se tratan con suficiente detalle. Sin embargo, en este capítulo solo se estudia los conceptos mínimos requeridos para el proyecto de instalaciones eléctricas con un nivel de matemáticas elemental que prácticamente se reduce a la aritmética (Harper, 2005).

2.2.1 Partes de un circuito eléctrico

Todo circuito eléctrico práctico, sin importar qué tan simple o qué tan complejo sea, requiere de cuatro partes básicas:

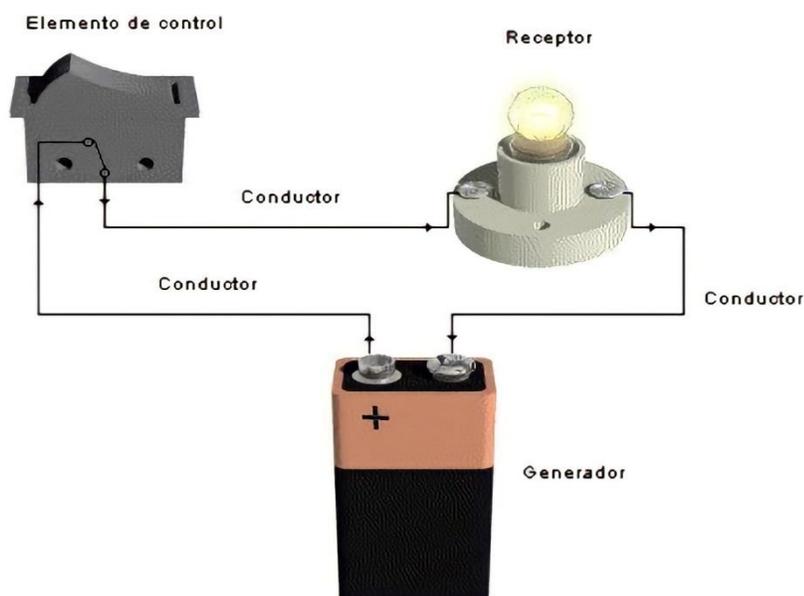
- Una fuente de energía eléctrica que puede forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito.
- Conductores que transporten el flujo de electrones a través de todo el circuito.

- La carga, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se suministra la energía eléctrica.
- Un dispositivo de control que permita conectar o desconectar el circuito.

Un diagrama elemental que muestra estos cuatro componentes básicos de un circuito se muestra a continuación en la (figura10) (Harper, 2005).

Figura 10

Imagen de circuito eléctrico



Nota. Componentes básicos de un circuito (Electricidad, 2022).

La fuente de energía puede ser una batería o un generador, existen dos tipos de fuentes: de corriente, corriente alterna (CA) y de corriente directa (CD).

2.3 Elementos y símbolos en las instalaciones eléctricas

En las instalaciones eléctricas residenciales o de casas-habitación, cualquier persona que se detenga a observar podrá notar que existen varios elementos, algunos visibles o accesibles y otros no. El conjunto de elementos que intervienen desde el punto de alimentación de la empresa suministradora hasta el último punto de una casa habitación en donde se requiere el servicio

eléctrico, constituye lo que se conoce como los componentes de la instalación eléctrica (Harper, 2005).

En un circuito eléctrico está constituido en su forma más elemental por una fuente de voltaje o de alimentación, los conductores que alimentan la carga y los dispositivos de control o apagadores. De estos elementos se puede desglosar el resto de las componentes de una instalación eléctrica práctica, ya que por ejemplo los conductores eléctricos normalmente van dentro de tubos metálicos o de PVC que se conocen genéricamente como tubos Conduit; los apagadores se encuentran montados sobre cajas; las lámparas se alimentan de cajas metálicas similares a las usadas en los apagadores y también en los contactos y asociados a estos elementos se tienen otras componentes menores, así como toda una técnica de selección y montaje (Harper, 2005).

Por otra parte, todos los elementos utilizados en las instalaciones eléctricas deben cumplir unos requisitos, no solo desde el punto de vista técnico, sino también en cuanto a su uso y presentación, tal y como establece lo dispuesto en las “Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas(Norma Nec)”.

2.4 Tubo de Conduit

El tubo conduit es un tipo de tubo (de metal o plástico) que se usa para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones. Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales; a su vez, los tubos de acero se fabrican en los tipos pesados, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared (Harper, 2005).

2.4.1 Tubo conduit de acero pesado (pared gruesa)

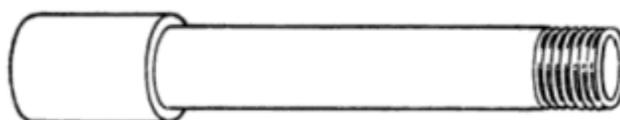
Estos tubos Conduit (Figura 11) se venden en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltado, normalmente en tramos de 3.05 m de longitud con rosca en ambos extremos. Para este tipo de tubos se usan como conectores los llamados coples, niples (corto y largo) (Figura 12) así como niples cerrados o de cuerda corrida. El tipo de herramienta que se usa para trabajar en tubos conduit de pared gruesa (Figura 13) es el mismo que se usa para tuberías de agua en trabajos de plomería.

Se fabrican en secciones circulares con diámetros que van de 13 mm (1/2 pulgada) a 152.4 mm (6 pulgadas). La superficie interior en estos tubos, como en cualquiera de los otros tipos, debe ser lisa para evitar daños al aislamiento o a la cubierta de los conductores. Los extremos se deben escarear para evitar bordes cortantes.

Los tubos rígidos (metálicos) de pared gruesa del tipo pesado y semipesado se pueden emplear en instalaciones visibles y cultas ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en cualquier tipo de edificios y bajo cualquier condición atmosférica. También se pueden usar directamente en terrados, recubiertos externamente para satisfacer condiciones más severas (Harper, 2005).

Figura 11

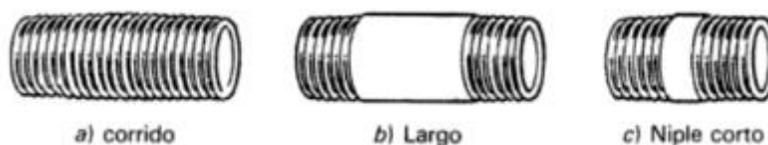
Imagen de tubo de Conduit de pared gruesa



Nota. Tubo que se utiliza en instalaciones ocultas o visibles, en cualquier tipo de ambiente y bajo cualquier condición climática (Harper, 2005).

Figura 12

Imagen de tubos Niples



Nota. Tubo que se utiliza para empalmar dos tuberías de igual o distinto diámetro (Harper, 2005).

Figura 13

Imagen de tubo de Conduit de pared gruesa longitud = 3.05 m. por tramo



Nota. Tubo que se utiliza en instalaciones ocultas o visibles, en cualquier tipo de ambiente y bajo cualquier condición climática (Harper, 2005).

Cuando sea necesario hacer el doblado del tubo metálico rígido, se debe hacer con la herramienta apropiada para que no se produzcan grietas en su parte interna y no se reduzca su diámetro interno en forma apreciable.

Para conductores con aislamiento normal alojados en tubo conduit rígido, se recomienda que el radio interior de las curvas no sea menor que 6 veces el diámetro exterior del tubo. Cuando los conductores tienen cubierta metálica el radio de curvatura de las curvas puede ser hasta 10 veces el diámetro exterior del tubo((Harper, 2005)

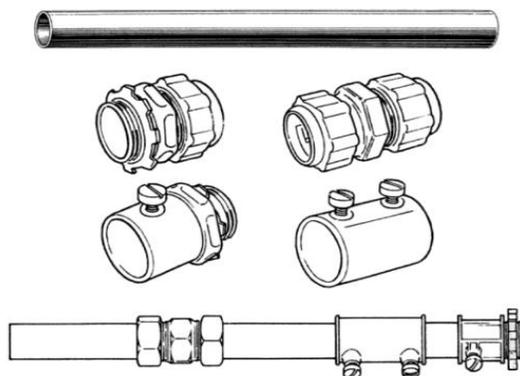
El número de curvas en un tramo de tubería colocado entre dos cajas de conexiones consecutivas o entre una caja y un accesorio o entre dos accesorios se recomienda que no exceda a dos de 90° o bien su equivalente (180° en total) (Harper, 2005).

2.4.2 Tubo conduit metálico de pared delgada

A este tubo (Figura 14) se le conoce también como tubo metálico rígido ligero, su uso es permitido en instalaciones ocultas o visibles ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería, en lugares de ambiente seco no expuesto a humedad o ambiente corrosivo.

Figura 14

Imagen de tubo de Conduit de pared delgada y uniones



Nota. Tubo que se usa en las construcciones de concreto montado superficialmente (Harper, 2005).

No se recomienda en lugares que durante su instalación o después de esta se exponga a daño mecánico. Tampoco se debe usar directamente enterado o en lugares húmedos o mojados, así como en lugares clasificados como peligrosos.

El diámetro máximo recomendable para estos tubos es de 51 mm (2 pulgadas) y debido a que son de pared delgada, en estos tubos no se debe hacer roscado para atornillarse a cajas de conexión u otros accesorios, de modo que los tramos se deben unir por medio de accesorios de unión especiales (Harper, 2005).

2.4.3 Tubo conduit metálico flexible

Con esta designación se encuentra el tubo flexible (Figura 15) común fabricado con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento. A este tipo de tubo también se le conoce como "greenfield". No se recomienda su uso en diámetros inferiores a 13 mm (1/2 pulgada) ni superiores a 102 milímetros (4 pulgadas). Para su aplicación se recomienda su uso en lugares secos donde no está expuesto a corrosión o daño mecánico, o sea que se puede instalar embutido en muro o ladrillo o bloques similares, así como en ranuras en concreto (Harper, 2005).

Figura 15

Imagen de tubo de Conduit flexible



Nota. Tubo que se utiliza en lugares secos, para que no estén expuestos ante una posible corrosión o daño (Harper, 2005).

No se recomienda su uso en lugares en donde se encuentre directamente enterrado o embebido en concreto; tampoco se debe usar en lugares expuestos a ambiente corrosivo. Su uso se acentúa en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos. En el uso de tubo flexible el acoplamiento a cajas, ductos y gabinetes se debe hacer usando los accesorios apropiados para tal fin; además, cuando se use este tubo como canalización fija a un muro o estructura se deben usar para su montaje o fijación abrazadera, grapas o accesorios similares que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores de 1.50 m y a 30 cm como máximo, con respecto a cada caja o accesorio (Harper, 2005).

2.4.4 Tubo conduit de plástico rígido (PVC)

Este tubo está clasificado dentro de los tubos conduit no metálicos; el tubo PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido de policloruro de vinilo (PVC). También dentro de la clasificación de tubos no metálicos se encuentran los tubos de polietileno.

El tubo rígido de PVC debe ser “autoextinguible”, resistente al aplastamiento, a la humedad y a ciertos agentes químicos (Harper, 2005).

El uso permitido del tubo conduit rígido de PVC se encuentra en:

- Instalaciones ocultas.
- En instalaciones visibles en donde el tubo no esté expuesto a daño mecánico.
- En ciertos lugares en donde existen agentes químicos que no afecten al tubo y sus accesorios.
- En locales húmedos o mojados instalados de manera que no les penetre el agua y en lugares en donde no les afecte la corrosión que exista en medios de ambiente corrosivo.
- Directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50 m a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo de acuerdo con la normal técnica para instalaciones eléctricas (Harper, 2005).

El tubo rígido de PVC no se debe usar en las siguientes condiciones y no exceder (Tabla 1):

Tabla 1

Tabla de dimensiones de tubos conduit

Diámetro Nominal		Diámetro Interior		Área Interior	
M.N.	En Pulgs.	M.N.	En Pulgs.	M.M. ²	Pulgs. ²
13	$\frac{1}{2}$	15.81	0.622	196	0.30
19	$\frac{3}{4}$	21.30	0.824	356	0.53
25	7	26.50	1.049	552	0.86
32	$1\frac{1}{4}$	35.31	1.380	979	1.50
38	$1\frac{1}{2}$	41.16	1.610	1331	2.04
51	2	52.76	2.067	2186	3.36
63	$2\frac{1}{2}$	62.71	2.469	3088	4.79
76	3	77.93	3.168	4769	7.28
89	$3\frac{1}{2}$	90.12	3.548	6378	9.90
102	4	102.26	4.026	8213	12.72

Nota. Esta tabla se observa las dimensiones correspondientes al diámetro exterior de los tubos (Harper, 2005).

Los tubos rígidos de PVC se deben soportar a intervalos que no excedan a los que se indican en la (Tabla 2).

Tabla 2

Tabla de distancias entre apoyos.

<i>Diámetro del tubo (mm)</i>	<i>Distancia entre apoyos (m)</i>
13 y 19 mm	1.20
25 a 51 mm	1.50
63 a 76 mm	1.80
89 a 102 mm	2.10

Nota. El tubo Conduit de PVC se fabrica en diámetros de 13 mm (1/2 pulgada) a 102 mm (Harper, 2005).

2.5 Cajas y accesorios para canalización con tubo (condulets)

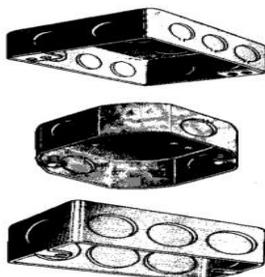
En los métodos modernos para instalaciones eléctricas de casas-habitación, todas las conexiones de conductores o uniones entre conductores se deben realizar en cajas de conexión aprobadas para tal fin y se deben instalar en donde puedan ser accesibles para poder hacer cambios en el alambrado. Por otra parte, todos los apagadores y salidas para lámpara se deben encontrar alojados en cajas, igual que los contactos (Harper, 2005).

Las cajas son metálicas y de plástico según se usen para instalación con tubo conduit metálico o con tubo de PVC o polietileno. Las cajas metálicas se fabrican de acero galvanizado de cuatro formas principalmente:

Cuadradas, octagonales, rectangulares y circulares; se fabrican en varios anchos, profundidad y perforaciones para acceso de tubería; hay perforaciones en las caras laterales y en el fondo. En las (Figuras 16-21) se muestran algunos tipos de cajas de conexión (Harper, 2005).

Figura 16

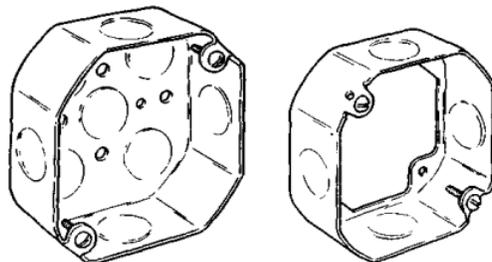
Imagen de cajas de conexión.



Nota. Protegen un cúmulo de cables que alimentan los diferentes puntos de luz (Harper, 2005).

Figura 17

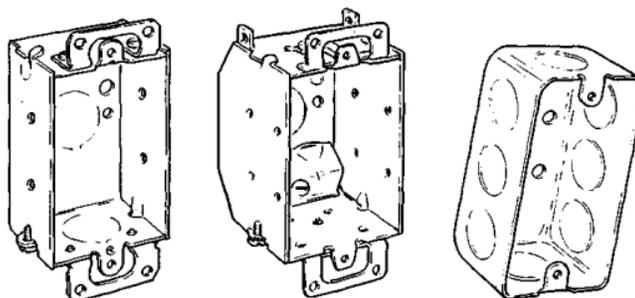
Imagen de cajas Octagonal.



Nota. Su principal función es alojar empalmes de cables y otros tipos de conexión (Harper, 2005).

Figura 18

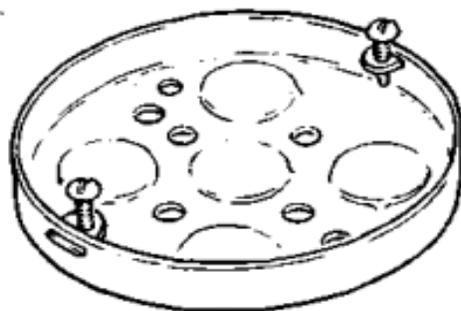
Imagen de cajas rectangular



Nota. Su principal función es alojar empalmes de cables y otros tipos de conexión (Harper, 2005).

Figura 19

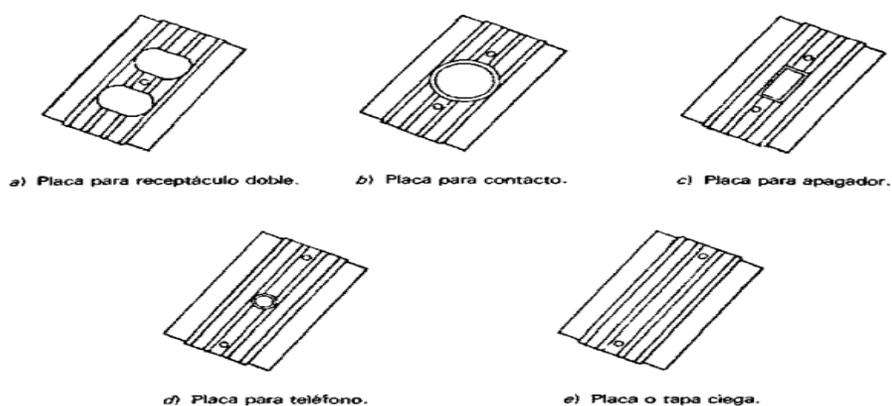
Imagen de cajas circular o redonda



Nota. Se utilizan sobre todo para los aparatos de iluminación montados en el techo o en la pared que no pesan más de 50 libras (Harper, 2005).

Figura 20

Imagen de algunas formas de tapas para cajas de algunas aplicaciones en instalaciones eléctricas de casas habitación.



Nota. Una cubierta se utiliza para encerrar la parte frontal de la caja y es requerida por el código; es inseguro, y generalmente ilegal, dejar una caja eléctrica sin cubrir (Harper, 2005).

2.5.1 Dimensiones de cajas de conexión

Tipo Rectangular 6 x 10 cm de base por 3.8 cm de profundidad con perforaciones para tubo conduit de 13 mm.

Tipo Redondas. Diámetro de 7.5 cm. y 3.8 cm de profundidad con perforaciones para tubo conduit de 13 mm.

Tipo cuadradas. Estas cajas tienen distintas medidas y se designan o clasifican de acuerdo con el diámetro de sus perforaciones en donde se conectan los tubos, por lo que se designan como cajas cuadradas de 13, 19, 25, 32 mm, etc.

En las instalaciones denominadas residenciales o de casas habitación se usan cajas cuadradas de 13 mm (7.5 x 7.5 cm de base con 38 mm de profundidad). En estas solo se sujetan tubos de 13 mm (1/2 plg.).

Otros tipos de cajas cuadradas como la de 19 mm tiene base de 10 x 10 cm con profundidad de 38 mm y 19 mm, las de 25 mm son de 12 x 12 cm de base con 55 mm de profundidad y perforaciones para tubo de 13, 19 y 25 mm.

Aunque no hay una regla general para el uso de los tipos de cajas, la práctica general es usar la octagonal para salidas de alumbrado (lámparas) y la rectangular y cuadrada para apagadores y contactos. Las cajas redondas tienen poco uso en la actualidad y se encuentran más bien en instalaciones un poco viejas (Harper, 2005).

Cuando se utilicen cajas metálicas en instalaciones visibles sobre aisladores o con cables con cubierta no metálica o bien con tubo no metálico, es recomendable que dichas cajas se instalen rígidamente a tierra; en baños y cocinas este requisito es obligatorio. Las cajas no metálicas se pueden usar en: instalaciones visibles sobre aisladores, con cables con cubierta no metálica y en instalaciones con tubo no metálico.

Se recomienda que todos los conductores que se alojen en una caja de conexiones, incluyendo empalmes (amarres), aislamientos y vueltas, no ocupen más del 60% del espacio interior de la caja.

En el caso de las cajas metálicas se debe tener cuidado que los conductores que entren queden protegidos contra la abrasión (deterioro por rozamiento o corte de partes no pulidas o con rebabas). En general, para cualquier tipo de caja, las aberturas no usadas se deben de tapar de manera que su protección mecánica sea prácticamente equivalente a la pared de la caja o accesorio (Harper, 2005).

Colocación en paredes o techos

Cuando se instalen cajas en paredes o techos de madera o cualquier otro material clasificado como combustible, estas deben de quedar instaladas a ras de la superficie acabada o sobresalir de ella.

Fijación

Las cajas se deben fijar sobre la superficie en la cual se instalen o bien quedar empotradas en concreto, manipostería o cualquier otro material de construcción, pero siempre de manera rígida y segura.

Cajas de salida en instalaciones ocultas

Se recomienda que las cajas de salida que se utilicen en instalaciones ocultas, tengan una profundidad interior no menor de 35 mm, excepto en casos que esta profundidad pueda dañar las paredes, partes de la casa habitación o edificio y en cuyo caso se recomienda que esta profundidad no sea inferior a 13 mm.

Tapas y cubiertas

Todas las cajas de salida deben estar provistas de una tapa, metálica en el caso de las cajas metálicas y en el caso de las no metálicas preferentemente del mismo material de la caja.

En cualquiera de los casos se pueden usar tapas de porcelana o de cualquier otro material aislante siempre y cuando ofrezcan la protección y solidez requeridas.

Conectores

Los tubos conduit deben fijarse en las cajas de conexión; para esto se usan normalmente conectores de la medida apropiada a cada caso; es común el uso de contras y monitores en las cajas de conexión metálicas (Harper, 2005).

2.6 Interruptores

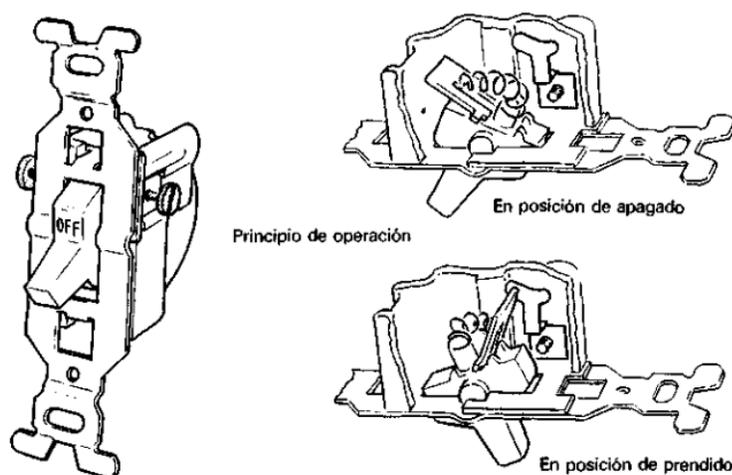
Un interruptor se define como un dispositivo pequeño de acción rápida, operación manual y baja capacidad que se usa, por lo general, para controlar aparatos pequeños domésticos y comerciales, así como unidades de alumbrado pequeñas. Debido a que la operación de los apagadores es manual, los voltajes nominales no deben exceder de 600 volts.

Debe tenerse especial cuidado de no usar los apagadores para interrumpir corrientes que exceden a su valor nominal, a su valor nominal de voltaje, por lo que se debe observar que los datos de voltaje y corriente estén impresos en las características del apagador, como un dato del fabricante.

Existen diferentes tipos de apagadores; el más simple es el de una vía o monopolar con dos terminales que se usa para "encender" o "apagar" una lámpara u otro aparato desde un punto sencillo de localización. En la (Figura 21) se muestra este tipo de apagador y su principio de operación (Harper, 2005).

Figura 21

Imagen de interruptor de una vía



Nota. Esto significa que es solo un interruptor de *encendido / apagado* (Harper, 2005).

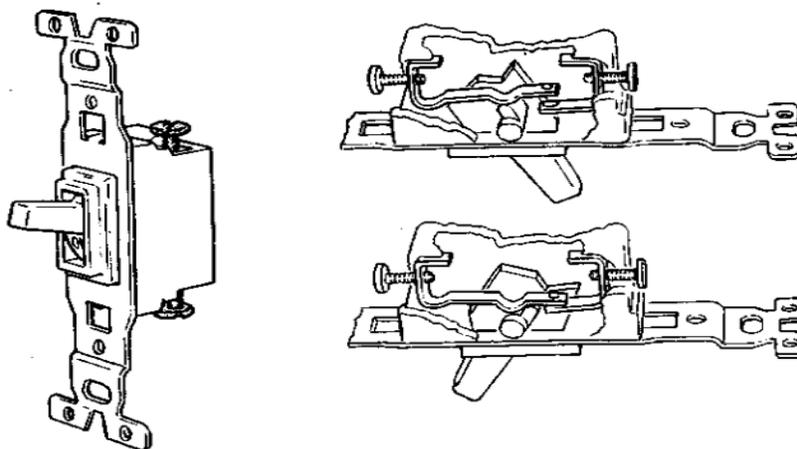
Una variante del apagador de una vía es el llamado tipo silencioso y el de contacto que muestran en las (Figuras 22-23). Los apagadores sencillos para instalaciones residenciales se fabrican para 120 volts y corrientes de 15 amperes.

En los apagadores llamados de contacto se enciende y apaga simplemente presionando el botón. Existen otros tipos de interruptores simples (Figura 24);

Para aplicaciones más bien de tipo local, como es el caso de control de lámparas de buró o mesa, apagadores de cadena para closets o cuartos pequeños, o bien apagadores de paso (Figura 25) del tipo portátil para control remoto a distancia de objetos y aparatos eléctricos (Harper, 2005).

Figura 22

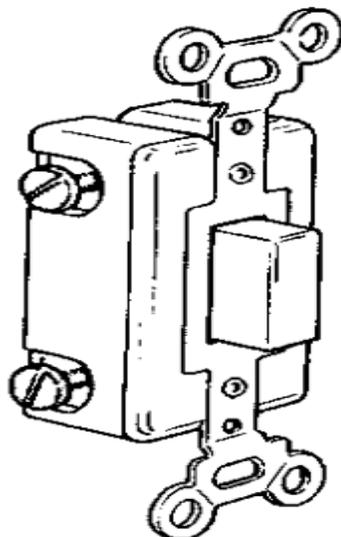
Imagen de interruptor silencioso



Nota. Se trata de un switch de tipo lineal y muy suave al pulsado, solo hacen falta 45 gramos para accionar la tecla (Harper, 2005).

Figura 23

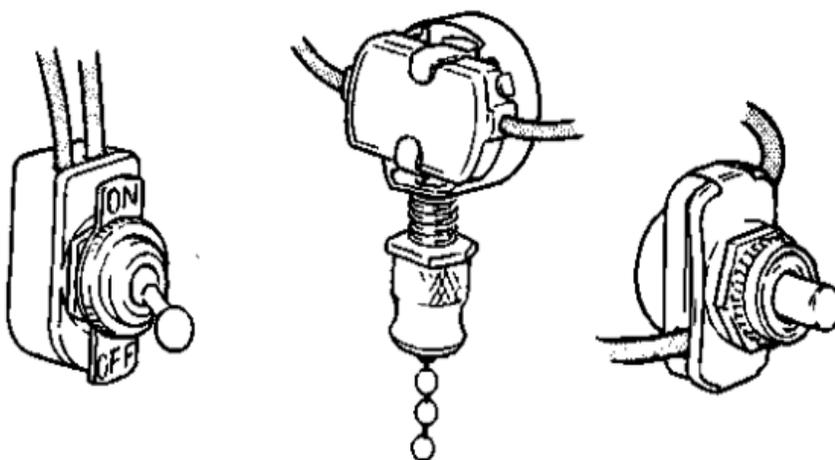
Imagen de interruptor de contacto



Nota. Los contactos, normalmente separados, se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule (Harper, 2005).

Figura 24

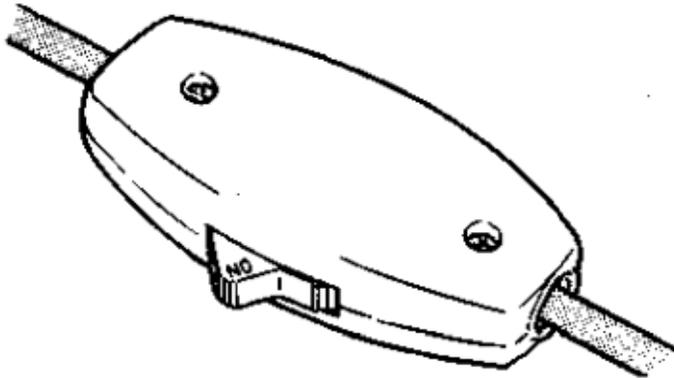
Imagen de interruptores sencillos de palanca, cadena y botón



Nota. Este tipo de interruptores se utiliza en lámparas (Harper, 2005).

Figura 25

Imagen de interruptor de paso



Nota. Un interruptor de paso nos permite tener a mano la forma de encender y apagar (Harper, 2005).

2.6.1 Interrupto de tres vías

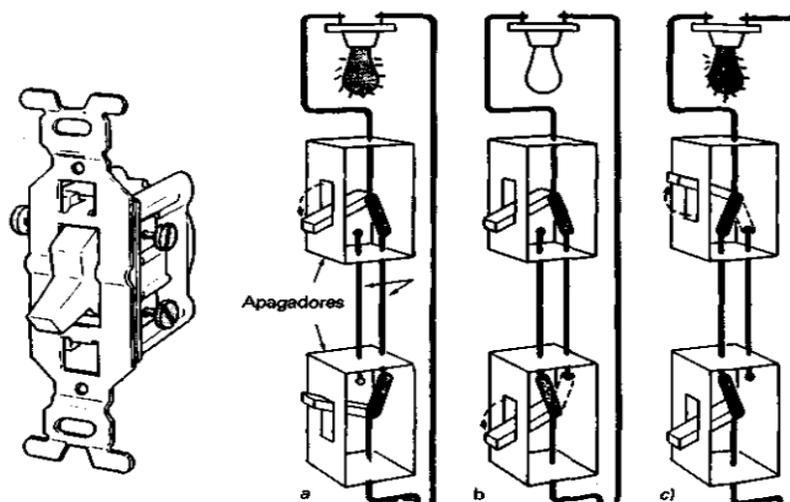
Los llamados apagadores de tres vías se usan principalmente para controlar lámparas desde dos puntos distintos, por lo que se requieren dos apagadores de tres vías por cada instalación o parte de instalación en donde se requiere este tipo de control.

Por lo general este tipo de apagadores tienen tres terminales. En la (Figura 26) se muestra el principio de operación de estos apagadores y más adelante se mostrará cómo se realiza el alambrado.

Su instalación es común en áreas grandes como entrada de casa y pasillo, en donde por comodidad no se requiera regresar a apagar una lámpara, o bien en escaleras en donde se encienda un foco en la parte inferior (o superior) y se apaga en la parte superior (o inferior) para no tener que regresar a apagar la lámpara (Figura 27) (Harper, 2005).

Figura 26

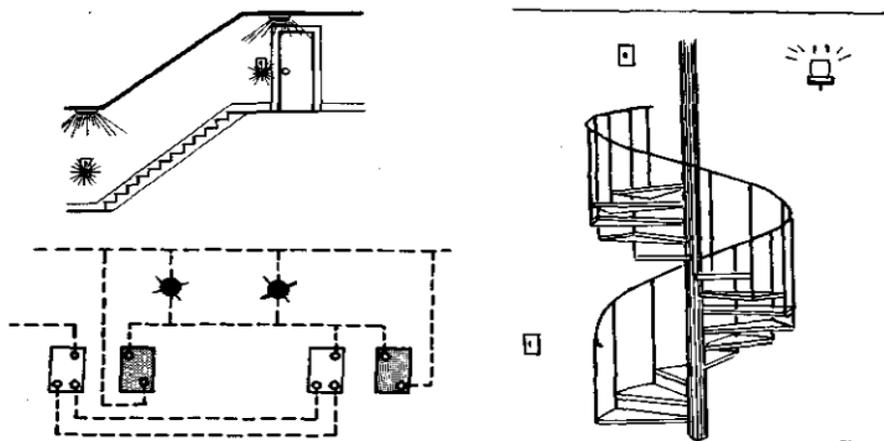
Imagen de interruptor de tres vías



Nota. El interruptor de 3 vías es un dispositivo eléctrico que permite el encendido y apagado de cualquier tipo de carga desde 2 puntos (Harper, 2005).

Figura 27

Imagen de ejemplos de aplicación de interruptor de tres vías



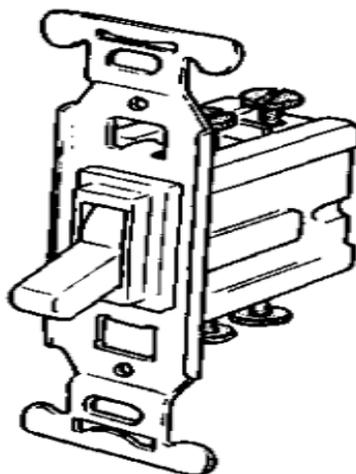
Nota. Interruptores conmutados para encendido y apagado desde dos lugares (Harper, 2005).

2.6.2 Interruptor de cuatro vías

En el caso de que se desee controlar un circuito de alumbrado desde tres puntos distintos, entonces se usan los llamados apagadores de cuatro vías que tienen 4 terminales como se muestra en la (Figura 28). Cuando se usan apagadores de cuatro vías es necesario usar también dos apagadores de tres vías en el mismo circuito, de manera que el apagador de cuatro vías quede en medio de los dos de tres vías (Harper, 2005).

Figura 28

Imagen de interruptor de cuatro vías



Nota. El interruptor de 4 vías es un mecanismo eléctrico que permite controlar tres o más cargas, siempre que sean conectadas a través de un interruptor de 3 vías (Harper, 2005).

En los interruptores de tres y cuatro vías las conexiones se deben hacer de manera tal que las operaciones de interrupción se hagan solo en el conductor activo del circuito.

Accesibilidad

Invariablemente en cualquier instalación eléctrica; todos los interruptores se deben instalar de manera tal que se puedan operar manualmente y desde un lugar fácilmente accesible. El centro de la palanca de operación de los apagadores no debe quedar a más de 2.0 metros sobre el nivel del piso en ningún caso. En el caso particular de apagadores para alumbrado en casas habitación, oficinas y centros comerciales se instalan entre 1.20 y 1.35 m sobre el nivel del piso (Harper, 2005).

Montaje de interruptores

Existen dos tipos de montaje de apagadores:

a) Tipo sobrepuesto o superficie.

Los interruptores que se usen en instalaciones visibles con conductores aislados sobre aisladores, se deben colocar sobre bases de material aislante que separen a los conductores por lo menos 12 mm de la superficie sobre la cual se apoya la instalación.

b) Tipo embutido

Los interruptores que se alojan en cajas de instalaciones ocultas se deben montar sobre una placa o chasis que esté a ras con la superficie de empotramiento y sujeto a la caja.

Los apagadores instalados en cajas metálicas embutidas y no puestas a tierra y que puedan ser alcanzados desde el piso, se deben proveer de tapas de material aislante e incombustible (Harper, 2005).

Interruptores en lugares húmedos o mojados

Los interruptores que se instalan en lugares húmedos, mojados o a la intemperie, se deben alojar en cajas a "prueba de intemperie" o bien estar ubicados de manera que se evite la entrada de humedad o agua.

2.7 Tomacorrientes

Los tomacorrientes se usan para enchufar (conectar) por medio de clavijas, dispositivos portátiles tales como lámparas, taladros portátiles, radios, televisores, tostadores, licuadoras, lavadoras, batidoras, secadoras de pelo, rasuradoras eléctricas, etc.

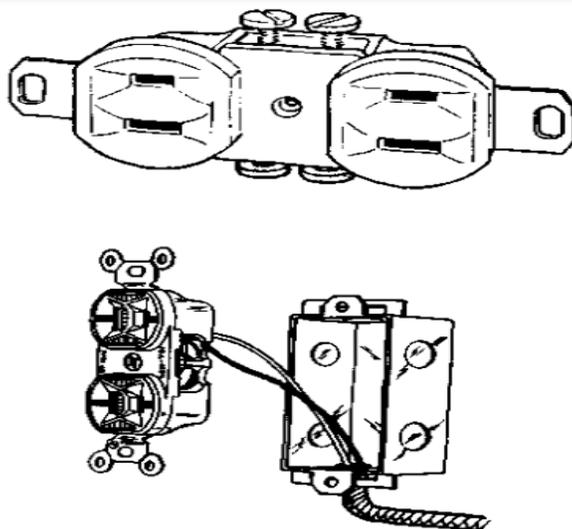
Estos tomacorrientes deben ser para una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 120 volts y no menor de 10 amperes para 250 volts. Los tomacorrientes deben ser de tal tipo que no se puedan usar como portalámparas. Los tomacorrientes pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua. En los casos más comunes son más sencillos, pero se pueden instalar en cajas combinadas con apagadores (Harper, 2005).

Los tomacorrientes se localizan aproximadamente de 70 a 80 cm con respecto al nivel del piso (considerado como piso terminado). En el caso de cocinas de casas habitación, así como en baños, es común instalar los tomacorrientes en la misma caja que los apagadores, por lo que la altura de instalación queda determinada por los apagadores, es decir entre 1.20 y 1.35 m sobre el nivel del piso (Harper, 2005).

En las (Figuras 29-31) se muestran algunos ejemplos típicos de contactos usados en instalaciones eléctricas:

Figura 29

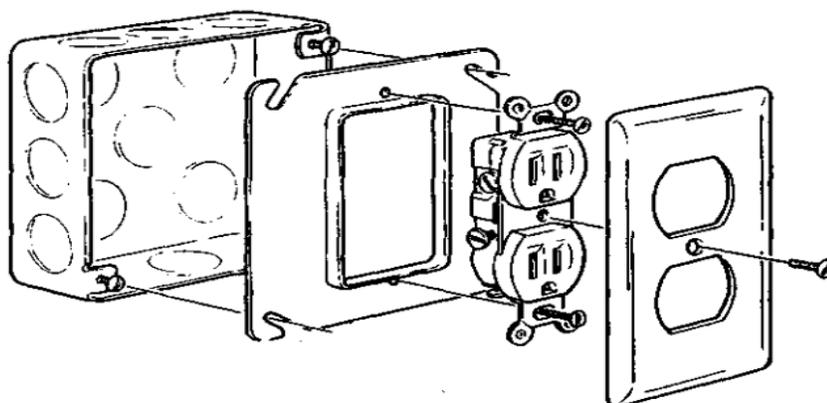
Imagen de tomacorriente doble



Nota. Es un dispositivo diseñado para la conexión de dos aparatos eléctricos que trabajen con corriente directa (Harper, 2005).

Figura 30

Imagen de tomacorriente doble y montaje en caja cuadrada



Nota. Este tipo de tomacorriente en caja montada se coloca en lugares opcionales de la vivienda (Harper, 2005)-

Figura 31

Imagen de combinación de tomacorriente, interruptor



Nota. El tomacorriente e interruptor es la combinación de un tomacorriente para alimentar algún dispositivo eléctrico de baja potencia y un interruptor que sirve para apagar o prender el acceso a la corriente eléctrica (RD, 2021).

Tomacorrientes en piso

Los contactos que se instalen en pisos deben estar contenidos en cajas especialmente construidas para cumplir con este propósito, excepto los contactos que estén en pisos elevados de aparadores o sitios similares que no estén expuestos a daño mecánico, humedad o polvo, en cuyo caso se pueden usar contactos con caja de instalación normal.

Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados

- a) Los tomacorrientes que se instalen en lugares húmedos deben ser del tipo adecuado dependiendo de las condiciones de cada caso.
- b) Lugares mojados. Estos tomacorrientes se denominan a prueba de intemperie. En la (Figura 32) se muestran los contactos a prueba de agua.

Uso de dispositivos intercambiables

Los dispositivos intercambiables permiten flexibilidad en las instalaciones eléctricas. Se pueden instalar dos o tres dispositivos en una caja de salida estándar y montados en la placa de

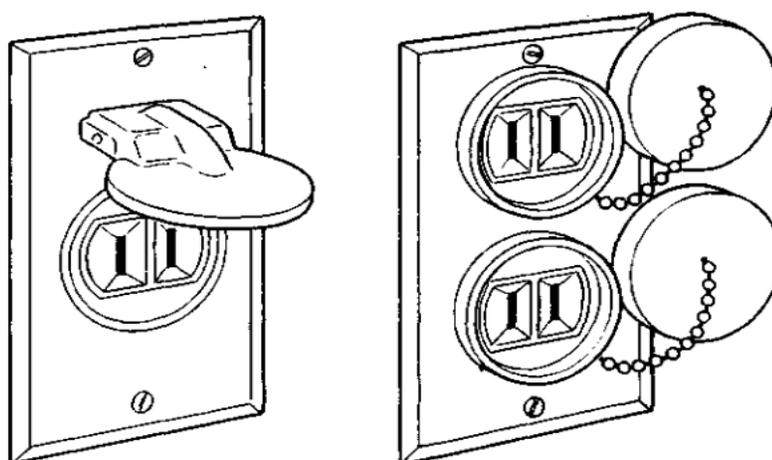
pared. El dispositivo puede contener un contacto, apagador y una lámpara piloto, pero en realidad se puede tener cualquier combinación u orden de estos dispositivos.

Tomacorrientes, clavijas y adaptadores del tipo de puesta a tierra

En los tomacorrientes o clavijas, así como los adaptadores denominados de puesta a tierra (Figura 33), se recomienda que la terminal de conexión a tierra se identifique por medio de color verde y que en ningún caso se use para otro propósito que no sea el de conexión a tierra (Harper, 2005).

Figura 32

Imagen de tomacorrientes a prueba de agua



Nota. Su tecnología innovadora proporciona total seguridad de uso en presencia de agua, sin que exista peligro de descarga eléctrica o cortocircuito (Harper, 2005).

2.8 Boquillas o porta lámparas

Quizá el tipo más común de portalámpara usada en las instalaciones eléctricas de casas habitación sea el conocido como "socket" construido de casquillo de lámina delgada de bronce en forma roscada para alojar al casquillo de los focos o lámparas.

La forma roscada se encuentra contenida en un elemento aislante de baquelita o porcelana y el conjunto es lo que constituye de hecho el portalámpara (Figuras 34-35) (Harper, 2005).

Figura 33

Imagen de portalámparas de baquelita



Nota. Se usa para montar lámparas de pared, de mesa o de techo (Argos, 2021).

Figura 34

Imagen de portalámpara de porcelana



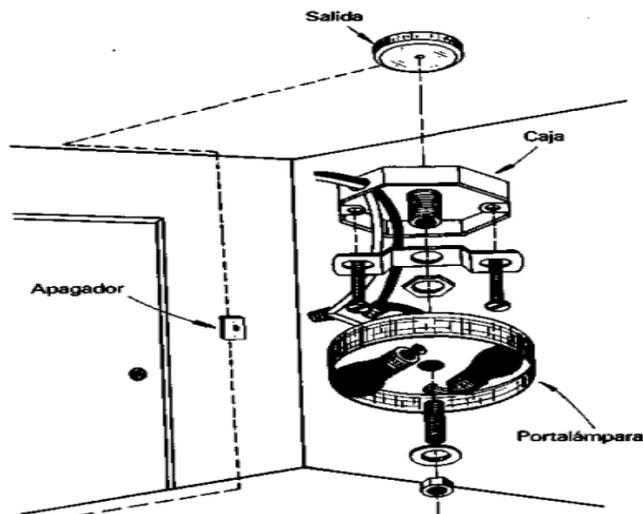
Nota. Este tipo de portalámpara o boquilla sirve para la colocación de diferentes tipos de luces como focos etc. (Volteck, 2022).

Existen diferentes tipos de portalámparas dependiendo de las aplicaciones que se tengan, incluyendo a los denominados portalámparas ornamentales usados en casas habitación, oficinas, o centros comerciales decorativos. En la (Figura 35) se muestran los principales

elementos que intervienen en una instalación de lámparas con portalámparas ornamental (Harper, 2005).

Figura 35

Imagen de salida con portalámparas



Nota Los portalámparas son el conjunto de piezas que sostiene las bombillas y permiten alumbrar nuestros hogares (Harper, 2005).

2.9 Cargas especiales

Para el cálculo de la carga instalada de la vivienda proyectada, además de las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, se deben considerar, entre otras, las potencias de placa de las cargas especiales. Solamente a falta de los valores específicos se pueden considerar aquellos indicados en la (Tabla N3) (NEC, 2015).

Tabla 3*Tabla de cargas especiales*

EQUIPO ELÉCTRICO	POTENCIA MEDIA (W)
Ducha eléctrica	3500
Horno eléctrico	3000
Cocina eléctrica	6000
Calefón eléctrico	8000
Aire acondicionado	2500
Calentador eléctrico	3000
Cargador para vehículo eléctrico	7500

Nota Cargas fijas que necesitan un circuito exclusivo y cuya potencia instalada excede 1,5 kilovatios (NEC, 2015).

La demanda de las cargas especiales se determina en función de la carga instalada al aplicar los factores de demanda especificados en la (Tabla N4).

Tabla 4*Tabla de factores de demanda para cargas especiales (ce)*

Para 1 carga	Para 2 o más cargas CE<10kW	Para 2 o más cargas 10kW CE<20KW	Para 2 o más cargas CE>20kW
1	0,80	0,75	0,65

Nota Relación entre la demanda máxima de un sistema eléctrico, o parte de él, con respecto a su carga instalada.

2.10 Tableros eléctricos

Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, por lo general se instalan en tableros eléctricos, estos equipos e instrumentos se instalan tomando como referencia una serie de planos y dibujos, en donde se muestra la interconexión del equipo y el arreglo y disposición del mismo, la mayoría de los trabajos en tableros eléctricos se inicia con un diagrama unifilar, pero el conjunto de planos debe contener lo siguiente:

- Diagrama unifilar.
- Diagrama de control.
- Diagrama de interconexión.

Estos dibujos son necesarios para la interpretación de la instalación de equipos y componentes de protección, medición y control, para los fines de su utilización, los tableros se pueden clasificar como: tableros de baja tensión y tableros de alta tensión (Harper, 2005).

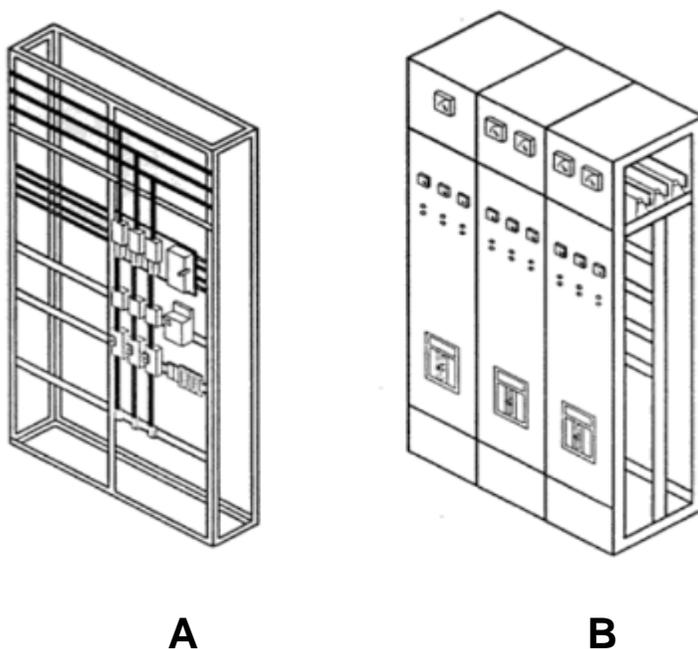
2.10.1 Tableros de distribución principal o general

Los tableros en general tienen forma de armario, que se apoyan en el suelo y que se pueden subdividir en compartimentos y celdas. Un compartimento es una unidad constructiva comprendida entre dos planos de delimitación vertical sucesivos.

Por celda se entiende una fracción de un compartimento completamente cerrado, a excepción de las aperturas necesarias para las interconexiones, el comando y la ventilación (Harper, 2005).

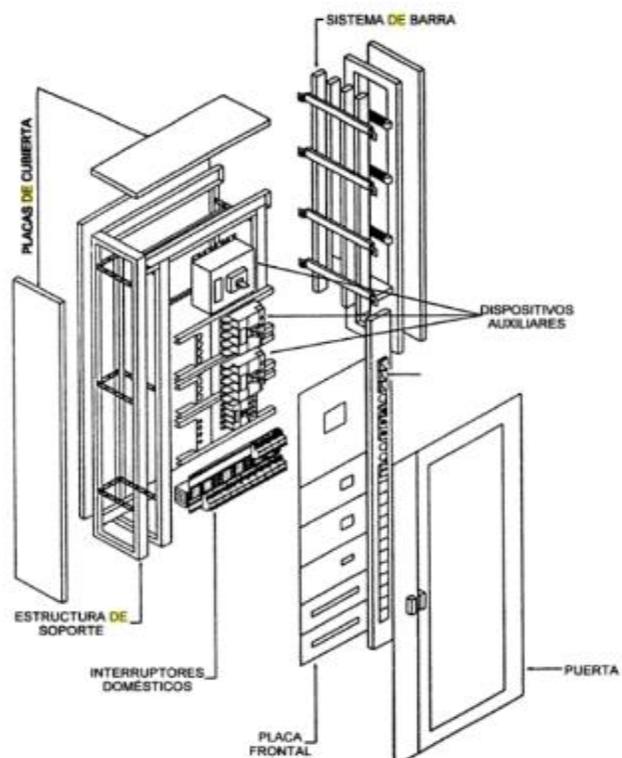
Figura 36

Imagen de tableros



Nota. (A) Tablero completamente abierto. (B) Tablero con protección frontal, abierto por los lados (Harper, 2005).

Las construcciones actuales de tableros son, en general, modulares, ya que permiten la realización de tableros de dimensiones notables a partir de pocos elementos modulares, de fácil transporte y montaje sucesivo en el lugar

Figura 37*Imagen de tablero*

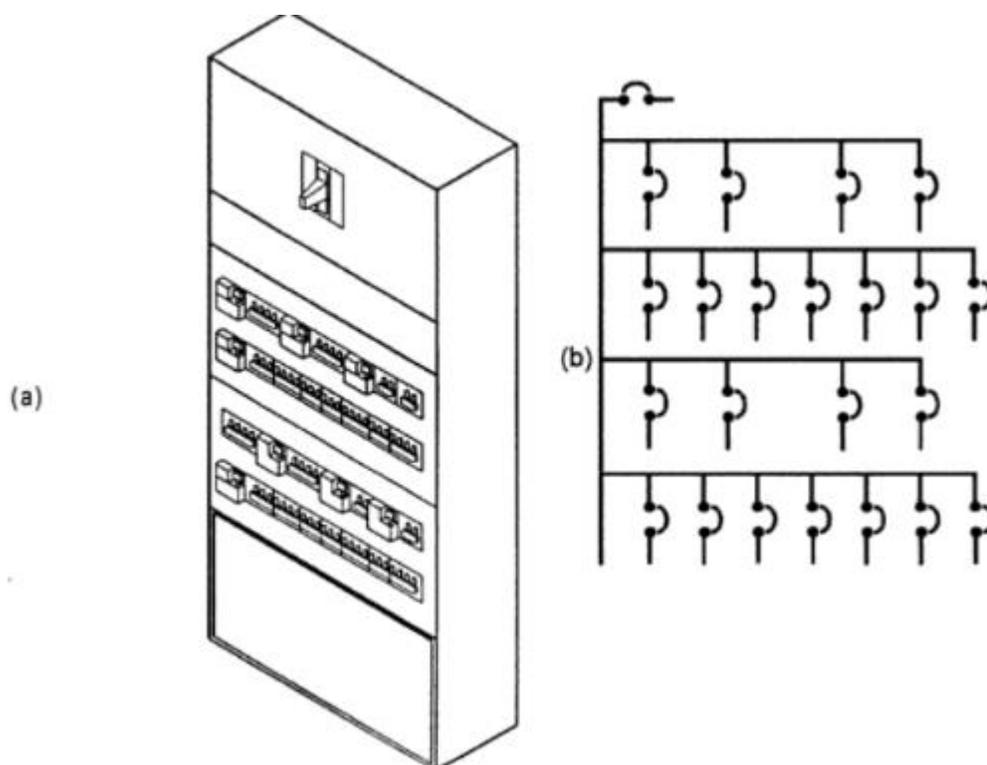
Nota. Ejemplo de las parte de componentes de un tablero (Harper, 2005).

2.10.2 Tableros secundarios de distribución

Los tableros secundarios de distribución comprenden una vasta categoría de tableros destinados a la distribución de la energía y, por lo general, son dotados de una unidad de entrada y de numerosas unidades de salida.

Los aparatos alojados en el tablero son principalmente interruptores automáticos (interruptores termomagnéticos) de tamaño estándar y tipo modular, y también pueden tener una amplia gama de otros dispositivos de control, señalización, etc.

Las corrientes nominales y de corto circuito de los tableros de distribución secundaria son menores que aquellas del tablero principal. Los modelos constructivos permiten el empleo de tableros metálicos o de material aislante y pueden estar instalados en el piso o en pared o muro, dependiendo de las dimensiones y el peso (Harper, 2005).

Figura 38*Imagen de tablero secundario de distribución*

Nota. a) Vista de conjunto b) Diagrama unifilar (Harper, 2005).

2.10.3 Consideraciones para la instalación de puesta a tierra

El tablero de distribución principal de la vivienda debe conectarse a su propia varilla de puesta a tierra.

Todos los circuitos de tomacorrientes y los circuitos de cargas especiales deben llevar un conductor de tierra independiente del conductor de neutro.

Al tablero de distribución de la vivienda deben llegar los conductores de las fases y neutro que vienen desde el medidor de energía eléctrica. Se debe tener en cuenta que en el tablero de distribución principal de la vivienda debe existir un puente equipotencial entre la barra de neutro y tierra.

En los subtableros las barras de neutro y tierra deben permanecer aisladas entre sí, puesto que su alimentación desde el tablero principal debe tener un conductor independiente del neutro

El conductor de tierra de los circuitos de tomacorrientes debe conectarse a la barra de tierra del tablero de distribución (NEC, 2015)

Capítulo tres

Diseño de la instalación eléctrica residencial

3.1 Descripción de la vivienda

La edificación donde se realiza el diseño e implementación del sistema eléctrico residencial, se conforma de dos plantas (planta baja y planta alta):

Figura 39

Imagen de la vivienda



La edificación para vivienda familiar que cuenta con las siguientes medidas (Tabla 5) (imagen tomada de los planos de la vivienda).

Tabla 5

Tabla de medidas de la edificación

PLANTA	AREA (m ²)
Planta baja	76.60
Primera planta alta	84.2
Segunda planta alta	8.5
Total	169.3

Nota: Tabla de medidas de la edificación de los planos (Tabla tomada de los planos de la vivienda).

A continuación, se describe la distribución de la vivienda, para cada una de sus plantas, (tabla 6 y tabla 7):

Tabla 6

Tabla de la edificación compuesta planta baja

PLANTA BAJA	
N	OBJETO
1	Cocina
1	Sala
1	Almacén
1	Dormitorio
2	Baños
1	corredor

Nota: Distribución de la edificación planta baja

Tabla 7

Tabla de la edificación compuesta planta alta

PLANTA ALTA	
N	OBJETO
3	Habitaciones
4	Baños
1	Sala de estándar
1	Lavandería

Nota: Distribución de la edificación planta alta

El material de construcción utilizado para la vivienda es de ladrillo y bloque, con mortero relación 1:3, con revestimiento interno de 1.5 cm y revestimiento externo de 2 cm, además consta de una loza alivianada (planta alta).

3.1.1 Ubicación

La edificación en estudio donde se realiza el diseño e implementación del sistema eléctrico residencial se encuentra ubicada en la provincia de Loja, cantón Calvas, barrio El Mirador, ubicada en las calles C.Sucre Y C.G., las coordenadas de ubicación (-4.325825, -79.551140), descritos en la (figura 40) (imagen de Google), como referencia principal es “cerca al coliseo de deportes de la ciudad de Cariamanga”.

Figura 40

Imagen de Google de la edificación



Nota: Ubicación de la vivienda desde Google

3.2 Levantamiento del número de cargas

La edificación en estudio presenta cargas de iluminación, cargas de fuerza y cargas especiales, cada una definidas de acuerdo a tipo y uso, los datos de las cargas de la vivienda se los obtiene según muestra los planos eléctricos y su potencia de cada una de las cargas se las obtiene según la propietaria las adquiriera, a continuación, en la (tabla 8) se describen la cantidad de cargas de la edificación objeto.

Tabla 8

Tabla de cargas de la vivienda

N	Objeto	Potencia Unitaria (W)	Potencia total (W)
16	Lámparas led	18W	288W
6	Lámparas led	12W	72W
26	Tomacorrientes de uso general	150W	3900W
4	Duchas	4400W	17600W
1	Lavadoras	1500W	1500W
1	Nevera	600W	600W
TOTAL			23960W

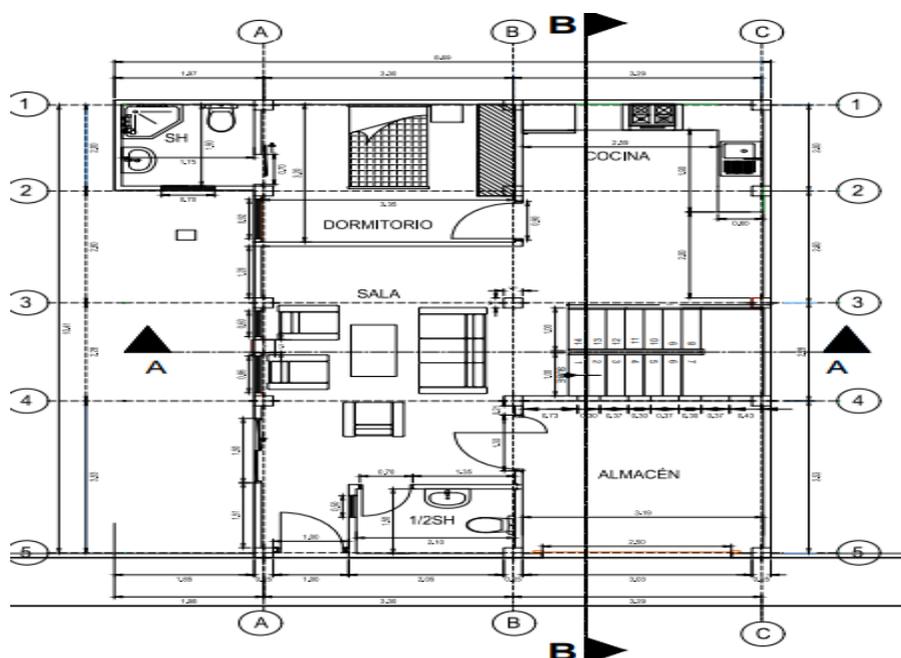
Nota: realizada por el autor

3.3 Plano Arquitectónico de la vivienda

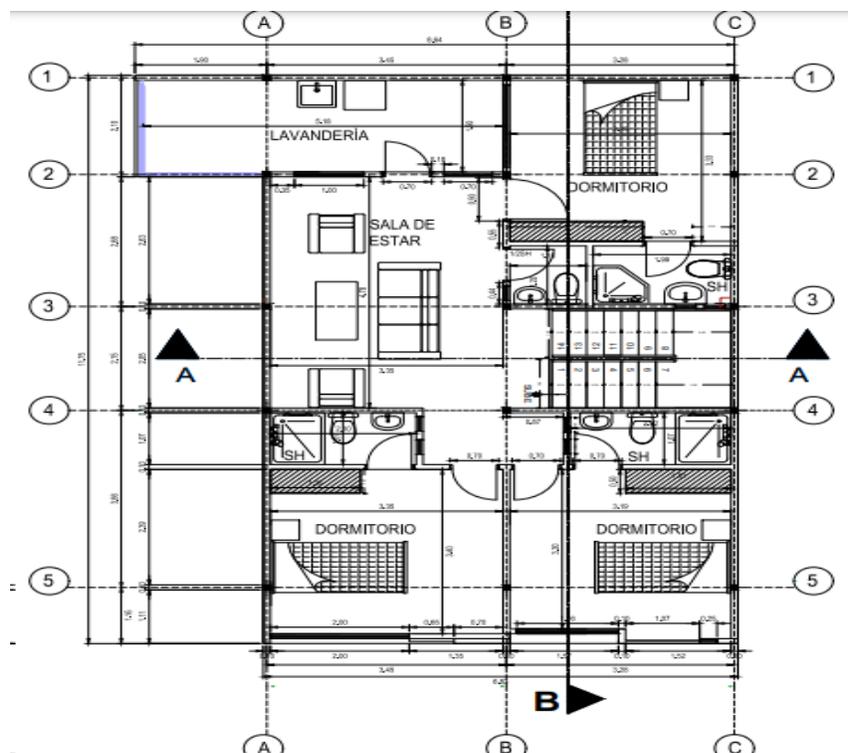
A continuación, se detalla el plano arquitectónico de la edificación objeto, donde se realiza el presente proyecto (grafico del plano)(Figura 41 y 42)

Figura 41

Imagen de planta baja



Nota: Planos de la edificación referente a la planta

Figura 42*Imagen de planta alta*

Nota: Planos de la edificación referente a la planta alta

3.4 Alimentador principal

El servicio de energía eléctrica que alimenta a la vivienda proviene la red de la Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA) mediante una cometida bifásica de 220 V, aislada con líneas de 110 V cada una derivada de un equipo seccionador compartido con los usuarios de las demás residencias.

El transformador que alimenta a la red de baja tensión de donde proviene la cometida de red principal de la vivienda en estudio es de una potencia de 15 KVA, según la información de EERSSA el transformador tiene el código 45290, a continuación, en la (figura 43) se observa la ubicación aérea del transformador que se encuentra junto a la vivienda en estudio:

Figura 43

Imagen de red eléctrica de la edificación



Nota: Imagen de la red eléctrica tomada desde el Geo portal Técnico ERRSSA

El transformador que alimenta a la red principal cuenta con las siguientes características, (figura 44)

Figura 44

Imagen de características del transformador

Transformador Distribucion	
Alimentador	CARIAMANG
Provincia	LOJA
Canton	CALVAS
Subtipo	Transformador en Poste
Codigo Puesto	45290
Fase Conexión	A
Voltaje	7.62 kV
Resistencia Tierra	
Proteccion AT	Si
Potencia (kva)	15,00
Configuración BT	Linea Monofas
Proteccion BT	P60
Acercar a ...	

Nota: Datos del transformador referente a la edificación

3.5 Medidor de consumo eléctrico de la vivienda

El medidor de energía eléctrica o contador eléctrico es el instrumento de medición con fines comerciales, utilizados por las empresas que proveen del servicio eléctrico a los abonados, la unidad de medición de consumo eléctrico que es kilovatio hora (kWh). El medidor de consumo de la vivienda en estudio se detalla en la (figura 45).

Figura 45

Imagen del medidor de la vivienda



Nota: Imagen del medidor con sus respectivos datos

El medidor se encuentra instalado con una protección de sistema de puesta a tierra, la conexión del conductor de puesta a tierra se realizar con la varilla de acero recubierta de cobre, mediante conector tipo Golpe de martillo.

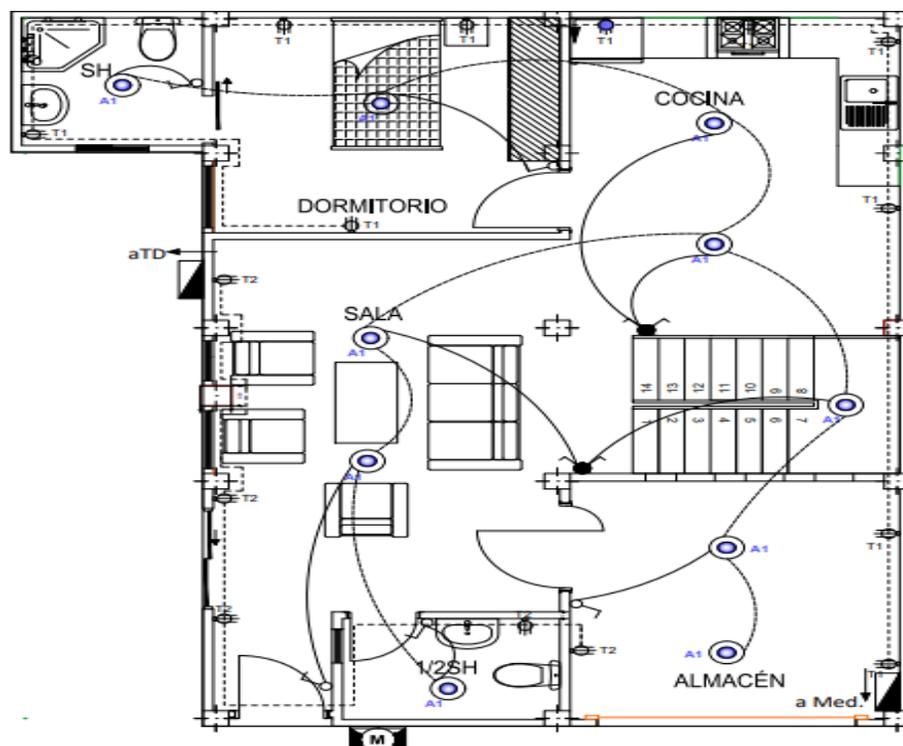
3.6 Esquema eléctrico de la vivienda

Un plano eléctrico es la representación de los diferentes circuitos que componen y definen las características de una instalación eléctrica, además es donde se detallan las particularidades de los materiales y dispositivos existentes. (Planos de E y E, 2022)

Para la vivienda en estudio, el plano eléctrico muestra cada una de las plantas de la edificación con la distribución de los diferentes espacios donde llega la red de energía eléctrica según sea el caso o uso. La ubicación de cada una de las cargas es un factor determinante para calcular la cantidad de cable conductor, se debe tomar en cuenta que, en ciertas circunstancias un plano eléctrico es la referencia principal que tienen los técnicos instaladores para realizar cualquier proyecto, sin olvidar que este puede estar sujeto a cambios, a continuación, en la (figura 46 y 47) se detalla el plano eléctrico de la edificación

Figura 46

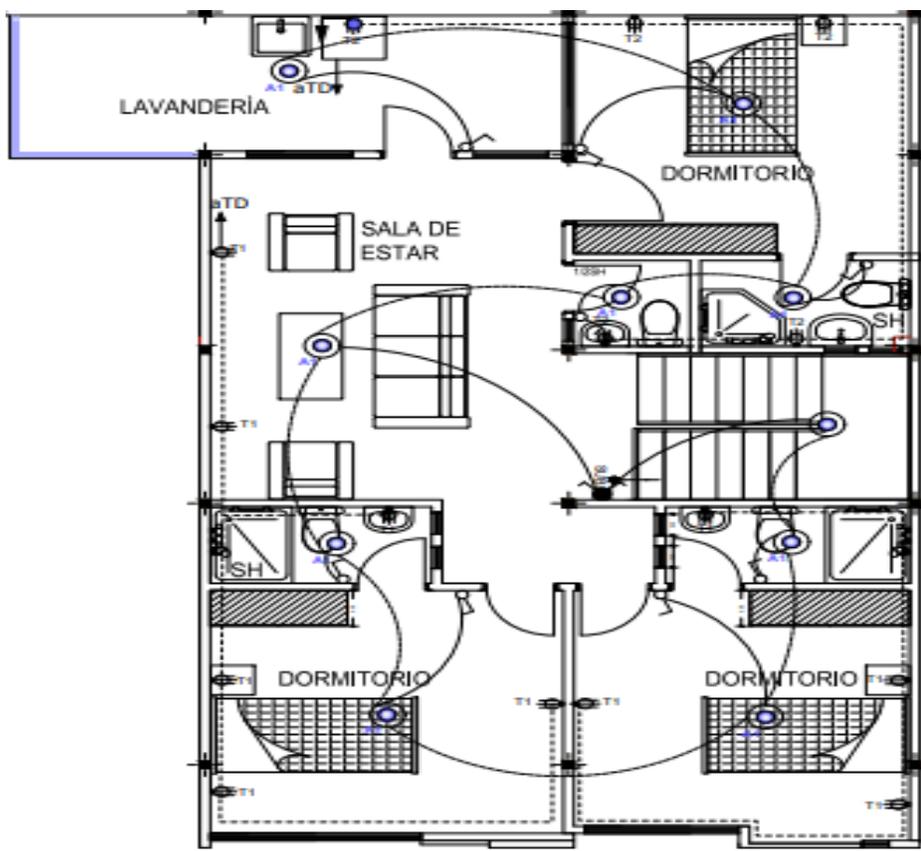
Imagen de plano eléctrico



Nota: Planos eléctricos de la edificación planta baja

Figura 47

Imagen de plano eléctrico



Nota: Planos eléctricos de la edificación planta alta

3.7 Diseño técnico de la instalación eléctrica

Tabla 9

Tabla de cargas de la vivienda

N	Objeto	Potencia Unitaria (W)	Potencia total (W)
16	Lámparas led	18W	288W
6	Lámparas led	12W	72W
26	Tomacorrientes de uso general	150W	3900W
4	Duchas	4400W	17600W
1	Lavadoras	1500W	1500W
1	Nevera	600W	600W
TOTAL			23960W

Nota: realizada por el autor

3.7.1 Cálculos

Para los cálculos de diseño se deben considerar los siguientes parámetros:

- Para iluminación: Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 Vatios (W).
- Para tomacorrientes: Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W.
- Para cargas especiales: Se consideran aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1.500 W, como por ejemplo cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, entre otros; debiendo considerarse para el diseño la potencia de placa de cada uno de los equipos y la cantidad de equipos a ser utilizados (NEC, 2015).

En las instalaciones residenciales de debe realizar circuitos independientes como de iluminación, tomacorrientes especiales según la normativa.

Para los **circuitos de iluminación** de debe realizar un diseño para alimentar una carga máxima de 15 Amperios en este caso su respectivo breake y no exceder los 15 puntos como cargas máximas por circuito de iluminación.

Para los **circuitos de tomacorrientes** se debe realizar un diseño tomando en cuenta sus salidas polarizada (fase, neutro y tierra) y debe estar diseñado para soportar una carga máxima de 20 Amperios y no debe sobrepasar las 10 cargas por circuito realiza.

En los **circuitos de cargas especiales** como ya se menciona en la (tabla N3) son las que sobrepasan una potencia de 1500 Watts en este caso se debe realizar un circuito por cada carga como cocina, ducha eléctrica, aire acondicionado entre otros y debe estar diseñado para soportar una carga nominal unitaria de cada equipo.

Para la elaboración de diseño y obtener el número de circuitos que se va a realizar por cada carga, se toma en cuenta la formula número de elementos (NE) para calcular el número de circuitos que se debe realizar según el número de cargas presentes en la vivienda en implementación como cargas de iluminación, cargas de fuerza y cargas especiales

$$NE = \frac{IB \times V}{2P}$$

NE=Número de elementos

IB= Intensidad del Breake

V= Voltaje

P=Potencia

Tomacorrientes

Para obtener el valor de total de circuitos se utilizaron 26 tomacorrientes y se debe tener en cuenta la normativa de no exceder las 10 cargas por circuito y estar diseñado para soportar una carga máxima de 20 Amperios.

$$NE = \frac{IB \times V}{2P}$$

$$NE = \frac{20A \times 120V}{2(150)} = 8 \text{ cargas por circuito}$$

En el diseño de tomacorrientes se va a realizar 3 circuitos necesarios según los 26 tomacorrientes respetando la normativa que en este caso son 2 circuitos de 9 cargas y 1 circuito de 8 cargas de tomacorrientes.

Luminarias

Para obtener el valor de total de circuitos en luminarias se utilizó 22 Lámparas y se toma en cuenta la normativa que nos pide no exceder 15 cargas de iluminación por circuito

$$NE = \frac{15A \times 120V}{2(100)} = 9 \text{ cargas por circuito}$$

NC = 22/2 = 11 Cargas de iluminación se va a utilizar por circuitos sin exceder su límite.

Se realizan 2 circuitos de iluminación

Duchas

Para obtener el valor de total de circuitos se utilizaron 4 duchas según en plano de la edificación y se utilizó la fórmula de la Intensidad para a su vez obtener el valor del respectivo breake:

$$I = \frac{P}{V}$$

I = Intensidad

P = Potencia

V = Voltaje

$$I = \frac{4400W}{120V} = 36.66 A$$

En el diseño para duchas de deben realizar 4 circuitos ya que al ser una carga especial su conexión debe ser individual dando con resultado 4 Breakes de 30 o 40 A según la potencia de la ducha.

Lavadora

Para obtener el valor total de circuitos de lavadora en este caso se utilizó una sola lavadora y se utilizó la fórmula de la Intensidad para calcular su respectivo breake:

$$I = \frac{P}{V}$$

I= Intensidad

P=Potencia

V=Voltaje

$$I = \frac{1500}{120V} = 12.5A$$

En el diseño de la lavadora al tener una potencia de 1500 W se considera una carga especial y se realiza un solo circuito de manera individual y se ocupa un breake de 15 Amperios.

Capítulo cuatro

Implementación eléctrica residencial

4.1 Instalación eléctrica de la vivienda

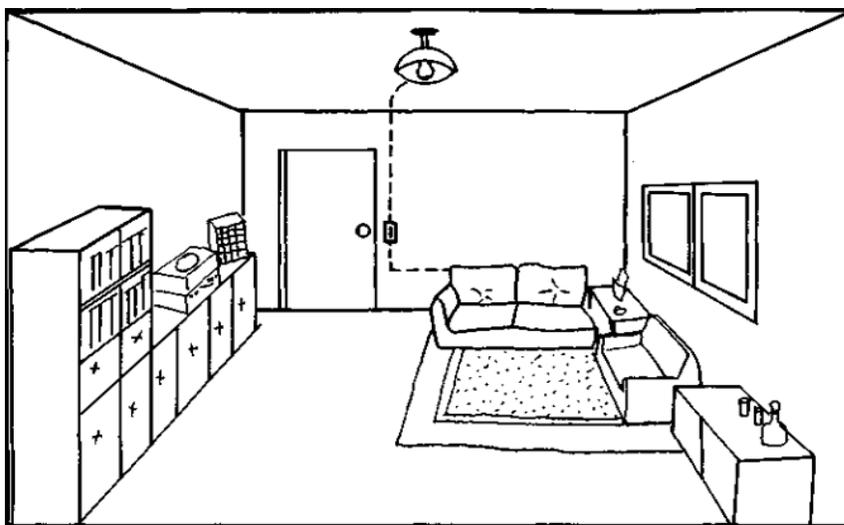
En la instalación de la vivienda se distribuye en circuitos las diferentes cargas que existen para de esta manera realizar una correcta instalación sin que existan sobrecargas, ya que está conformada de cargas especiales, cargas de iluminación y tomacorrientes.

4.2 Instalación de luminarias

En la instalación de lámparas de la vivienda se realizó un circuito desde su caja de breakes y realizando el diseño para los distintos grupos ya sea habitaciones, sala, comedor, pasillos, a continuación, en la (figura

Figura 48

Imagen de conexión de lámparas con interruptor simple



Nota: Alumbrado de habitación (Harper, 2005).

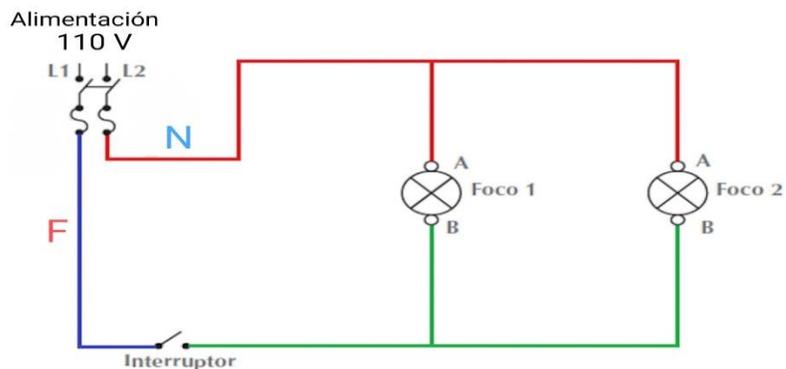
4.2.1 Instalación de lámpara con interruptor simple

Habitualmente al realizar la instalación de lámparas o boquillas existen zonas grandes y pequeñas en las cuales es necesario alimentar dos o más lámparas desde un interruptor simple, de esta manera se realiza la instalación según las zonas de la vivienda, a continuación, en la

(Figura 49) se muestra un circuito de la manera en la que se realiza la conexión a dos o más lámparas con un interruptor simple

Figura 49

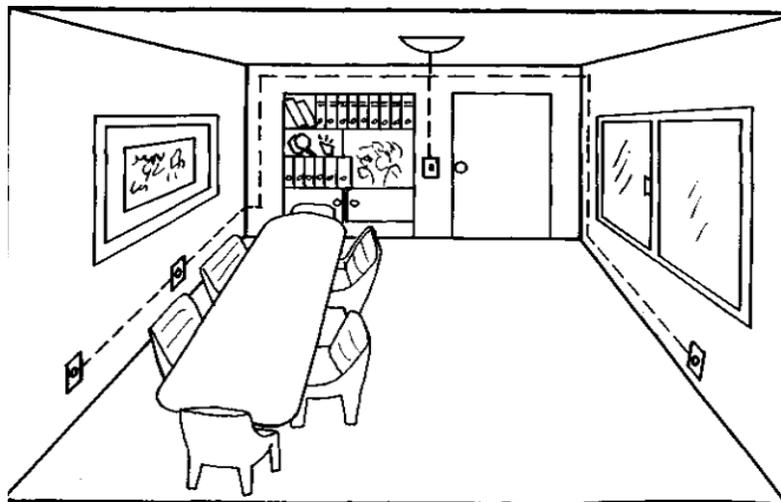
Imagen de conexión de lámparas con interruptor simple



Nota: Circuito de un interruptor simple con dos lámparas (s.f, 2022).

Figura 50

Imagen de conexión de lámpara con interruptor simple



Nota: Alumbrado de sala o cocina (Harper, 2005).

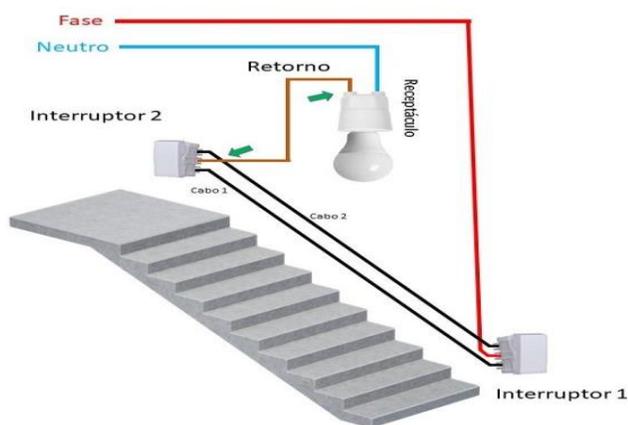
4.2.2 Instalación de lámparas con interruptor conmutado

Esta conexión es muy utilizada en los pasillos, gradas, salas y dormitorios en el cual consiste en controlar el encendido y apagado de una lámpara desde dos puntos diferentes con dos interruptores de tres vías.

Realizando de esta manera la conexión en los pasillos y sala de la vivienda en ejecución, a continuación, en la (Figura 51) se muestra la manera en la que se realiza la conexión.

Figura 51

Imagen de conexión de lámpara con interruptor conmutado

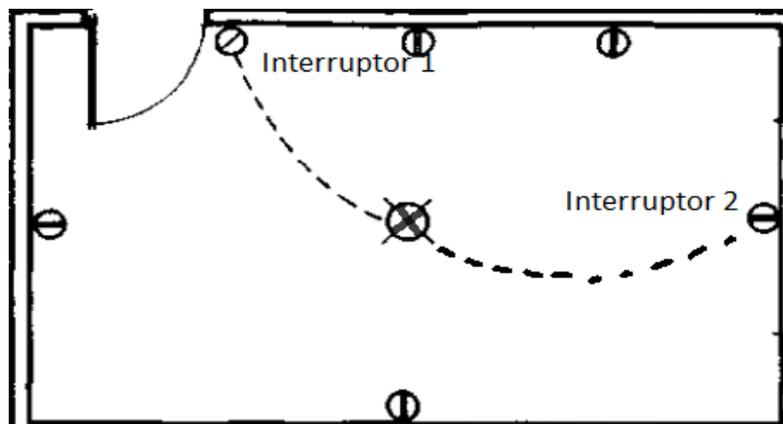


Nota: Circuito de un interruptor conmutado para encender y apagar desde dos puntos diferentes

(Almeida, 2019)

Figura 52

Imagen de conexión de lámpara con interruptor conmutado



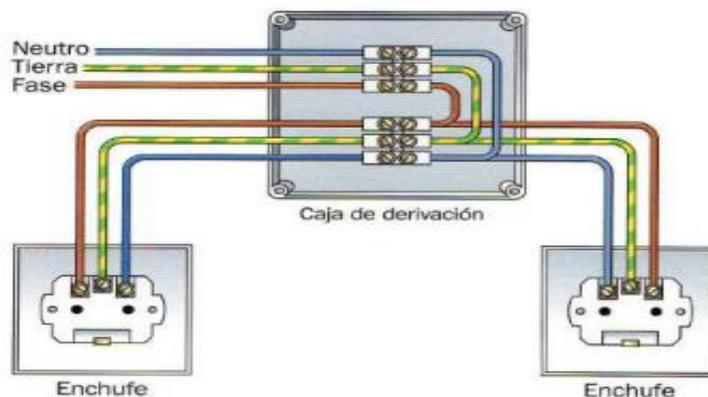
Nota: alumbrado de sala con conmutados (Harper, 2005).

4.3 Instalación de tomacorrientes

Para la instalación de tomacorrientes de uso general se realizó un circuito desde su caja de breakes en el cual consiste en conectar todos los tomacorrientes en paralelo, de esta manera se realiza la conexión a través de las diferentes zonas de la vivienda ya sea habitaciones, sala, cocina., tomando en cuenta que la norma (NEC) nos pide un máximo de 10 cargas, a continuación, en la (Figura 53).

Figura 53

Imagen de conexión de tomacorrientes

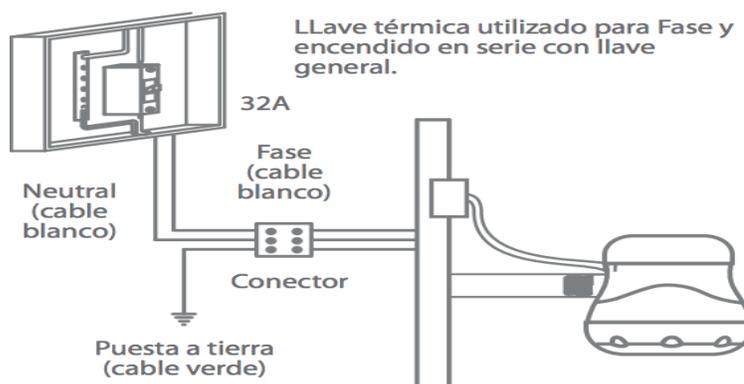


Nota: Circuito de tomacorrientes en paralelo para una instalación residencia (I.E, s.f.)

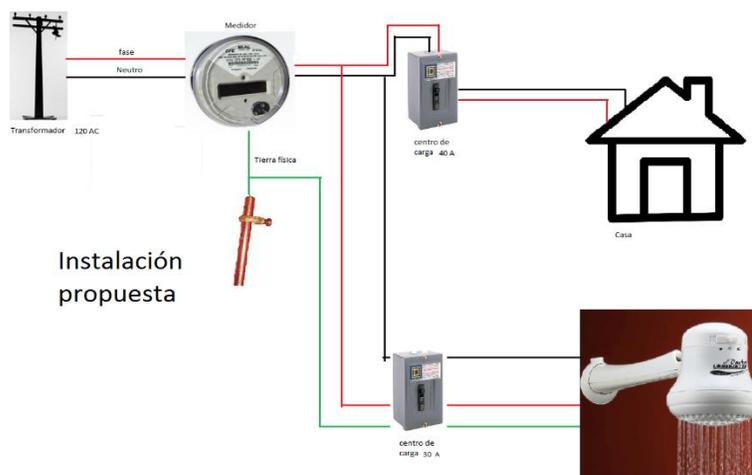
4.4 Instalación de cargas especiales

En la instalación de cargas especiales se realiza una conexión diferente en el cual consiste en efectuar un solo circuito desde su caja de breakes, ya que una carga especial posee una potencia mayor de 1500 W.

De esta manera se realiza la instalación de una duchas eléctricas en la vivienda con una potencia de 4400 W con un breake de 30 A, esto puede variar según la potencia de la ducha, a continuación, en la (Figura 54):

Figura 54*Imagen de conexión de ducha eléctrica*

Nota: instalación de ducha teniendo en cuenta su polarización de cables (Termas, 2021)

Figura 55*Imagen de conexión de ducha*

Nota: Esquema de conexión de ducha eléctrica

Capítulo Cinco

Resultados

5.1 Implementación eléctrica de la vivienda

Se adquirió la vivienda por parte de la Señora Sarango Soto Marlene Rosio, quien dio la oportunidad de realizar la instalación eléctrica de su domicilio; dicha persona proporciono los materiales eléctricos.

Se inició la colocación con las cargas de iluminación, siguiendo con las cargas de tomacorrientes y finalizando con las cargas especiales.

Los trabajos se realizaron el siguiente orden:

- Se detecto los sitios de trabajo en la vivienda los cuales estaba dividido por dormitorio, sala de estar, baño, cocina y pasillo

Figura 56

Imagen de lugar de trabajo



Nota: Realizada por el autor.

- La cocina contará con seis puntos de tomacorrientes y dos puntos de iluminación simples compartida con un interruptor conmutado doble para controlar la sala de estar.

El dormitorio dispone de un punto de iluminación controlado por dos interruptores conmutados para el encendido y apagado desde dos lugares, también cuenta con dos puntos de tomacorrientes.

Los baños cuentan con un punto de iluminación con interruptor simple y un solo baño con ducha eléctrica y un punto de tomacorriente.

La sala de estar dispone de un punto de iluminación controlado de dos interruptores conmutados para encendido y apagado desde dos puntos diferentes, también cuenta con dos puntos de tomacorrientes

El local cuenta con dos puntos de iluminación controlados desde un solo interruptor simple, también cuenta con dos puntos de tomacorrientes

Un pasillo dispone de un punto de iluminación controlado de dos interruptores conmutados para el encendido y apagado de dos lugares distintos

- Para la colocación de luminarias se procedió a pasar la guía pasacables por el ducto PVC $1/2$ pulgada que se encontraba empotrado en las paredes y techo para luego pasar el cable flexible AWG No 14.

Para luego realizar los empalmes y colocación de lámparas e interruptores en la pared, a continuación, en la (Figura 57):

Figura 57

Imagen de implementación de lámparas en la vivienda



Nota: Realizado por el autor.

- Para la colocación de tomacorrientes de la misma manera de se pasa la guía pasacables por los ductos PVC $\frac{1}{2}$ pulgada que se encuentra empotrado en las paredes para luego pasar el cable flexible AWG No 12.

Para luego realizar la conexión y cumpliendo con la polarización de los cables, a continuación, en la (Figura 58):

Figura 58

Imagen de implementación de tomacorrientes en la vivienda



Nota: Realizado por el autor.

- Para la instalación de la ducha eléctrica se procedió a pasar la guía pasa cables por el ducto PVC $\frac{1}{2}$ pulgada que se encontraba por debajo del suelo con una distancia de 18 metros, para luego pasar los cables AWG No 10 para Fase y Neutro y cable AWG No 14 para puesta a tierra, a continuación, en la (Figura 59):

Figura 59

Imagen de implementación de ducha eléctrica en la vivienda



Nota: Realizado por el autor

- Para finalizar la instalación se culminó con la armada de la caja de breakes en la cual llega una comedita bifásica desde el medidor principal de dos fases, un neutro y una puesta a tierra.

De tal forma que conectaron los 3 circuitos realizados de luminarias, tomacorrientes y cargas especiales, cada uno con su respectivo breake, a continuación, en la (Figura 60):

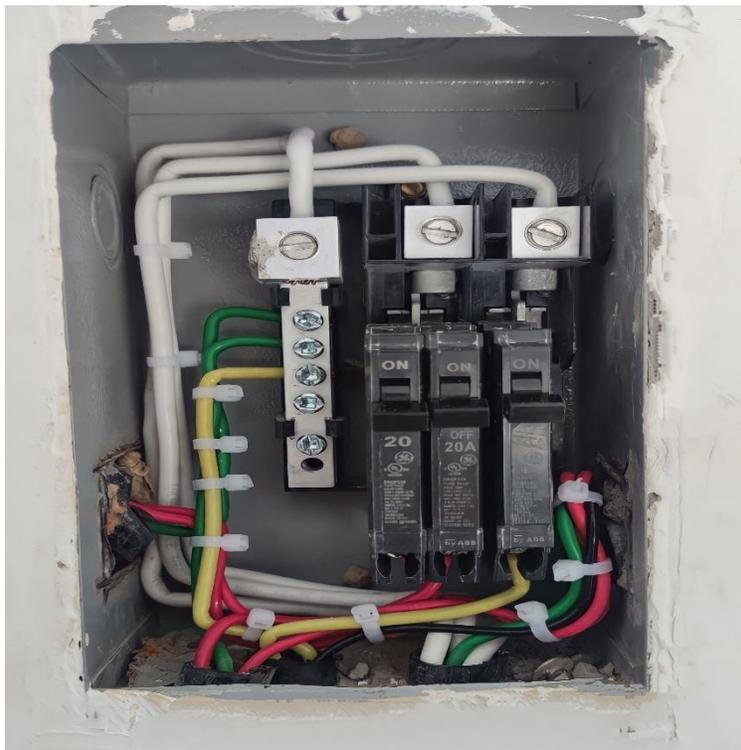
Para luminarias breake de 20 A, ya que en algunas zonas se compartió con tomacorrientes por la modificación de la vivienda

Para tomacorrientes se utilizó un breake de 20 A

Para la ducha eléctrica se utilizó breake de 30 A según su potencia

Figura 60

Imagen de conexión de caja de breakes.



Nota: Realizado por el autor

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Las normativas utilizadas para la implementación nos garantizan una buena instalación, donde nos muestra como cumplir los estándares de diseño y construcción y como prolongar la vida útil de las redes eléctrica de las residencias.
- Al realizar el estudio de la vivienda se pudo observar que los ductos no contaban con la debida conexión para alimentar las distintas cargas que existen dentro de las zonas de la vivienda.
- La vivienda en instalación se realiza únicamente de la planta baja ya que la vivienda no concluyo con la construcción para poder realizar la instalación eléctrica de la planta alta.
- El sistema de puesta a tierra no es el adecuado en la vivienda por lo que el sistema instalada no cumple con ninguna normativa técnica por que la red eléctrica no se encuentra protegida.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda que al realizar la construcción de la vivienda se utilice un solo tipo de ductos para el transporte de la red alimentación para las cargas de iluminación y de fuerza y no se recomienda hacer empalmes con otros tipos de ductos no adecuados ya que al momento de realizar la instalación se presentan problemas en el paso del cableado.
- Es recomendable realizar una adecuada planificación para el diseño y construcción del sistema eléctrico de la vivienda.
- Se recomienda instalar un sistema de puesta a tierra con la normas vigentes donde la resistencia máxima para la vivienda es de 25 ohm.
- Es recomendable utilizar el adecuado calibre de cable para cargas de iluminación y de fuerza, evitando así el dimensionamiento inadecuado de la red eléctrica de la vivienda.
- Se recomienda utilizar las herramienta y equipo de protección óptimos para realizar el proceso de instalación de la vivienda.

Referencias

El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. (s. f.). Google Books. Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://books.google.com.ec/books?id=8oAs1nXgZq8C>

Termas Bryant. (2021, 28 diciembre). *Ducha Eléctrica Maxi Línea 5500W.*

<https://www.termasbryant.com/productos/ducha-electrica-maxi-linea-5500w/>

Portalámpara de porcelana, 3-1/2 , redonda, Volteck, Portalámparas, 46523. (s. f.). Recuperado

6 de noviembre de 2022, de <https://www.truper.com/portalampara-de-porcelana-3-1-2-circular-volteck.html>

Planos de Electricidad y Esquemas Eléctricos. (s. f.-b). Recuperado 31 de octubre de 2022, de

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/planos-de-electricidad.html>

Latam, M. (2021, 22 abril). *Ley de Watt.* Mecatrónica LATAM.

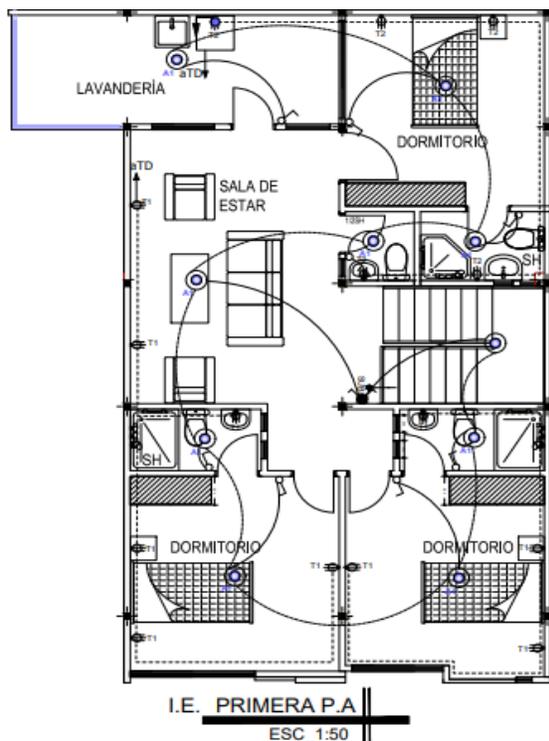
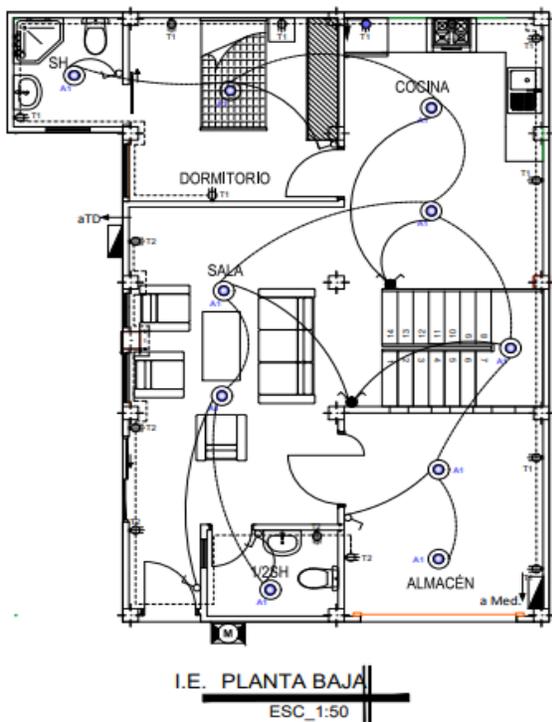
<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/ley-de-watt/>

Electricistas RD.com. (2021, 29 marzo). *Esquema y conexión interruptor con tomacorriente.*

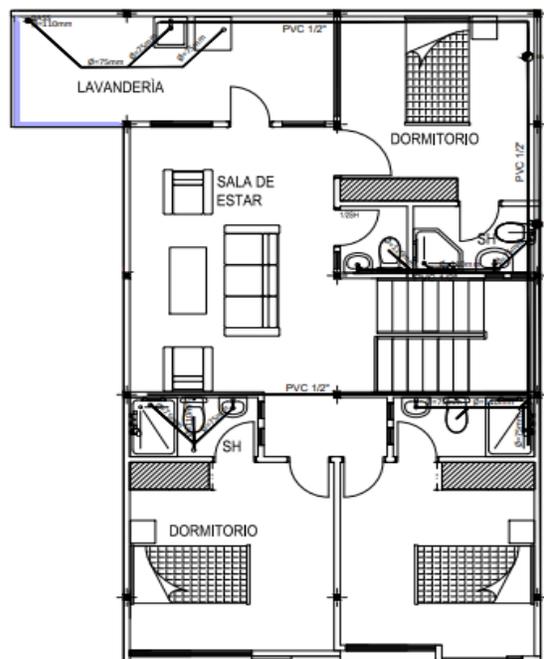
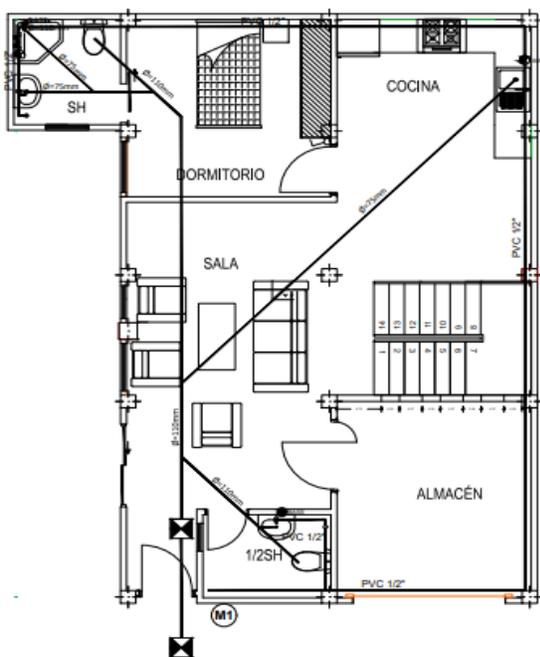
<https://www.electricistasrd.com/esquema-y-conexion-interruptor-con-tomacorriente/>

Anexos

Anexo 1



Anexo 2

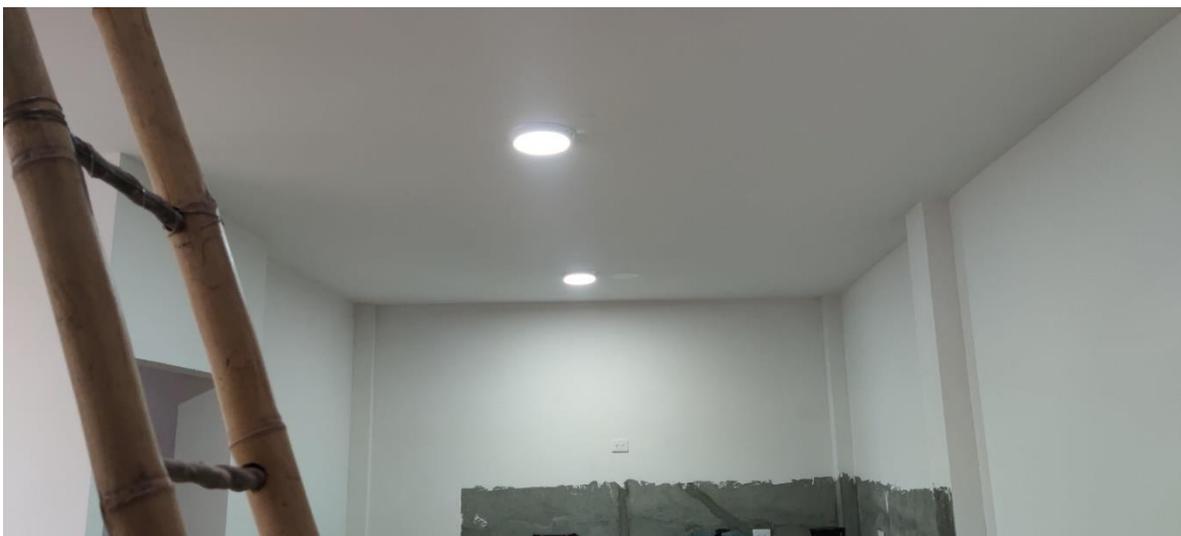


Anexo 3**Anexo 4**

Anexo 5



Anexo 6



Anexo 7